

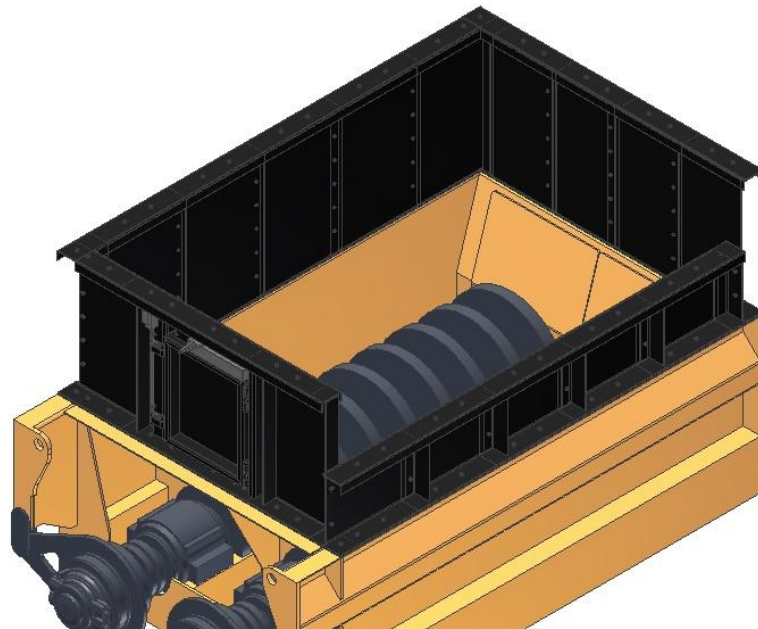
# Modulopbygget tragt

med automatisk servicedør  
i samarbejde med Metso Denmark A/S

## Hovedrapport

Efterår/Vinter 2009

AFP M2



### Udarbejdet af:

Marianne Gudnor  
&  
Faraidon K. Wahab

## **Titelblad**

### **Titel:**

Modulopbygget tragt med automatisk servicedør  
i samarbejde med Metso Denmark A/S

Hovedrapport  
AFP M2

### **Udarbejdet af:**

Marianne Gudnor  
&  
Faraidon K. Wahab

1. udgave, 1. oplag, 18. december 2009

### **Forlag:**

Via University College Danmark,  
Chr. M. Østergårdsvej 4,  
8700 Horsens  
Denmark  
Tlf. 87 55 40 00

---

## **Abstract**

This report contains a complete construction of a modular built hopper with automatic service door to shredders (waste reducers) at the company Metso Denmark A/S (former M&J Industries) carried out as the final project in the mechanical engineering programme at VIA University College in Horsens, Denmark.

A sketch of the construction has been made with references to the individual production drawings. Various calculations have been made at critical points and a finite element analysis has been carried out to secure the strength of the structure.

In accordance with the new Machinery Directive you will find a section about safety.

An environmental analysis has been carried out mainly to see which impact it may have on the environment both externally and internally, if the company chooses a modular built hopper rather than the current hoppers.

An executive summary in English may be found in a separate report.

---

## Forord

Vi har fået god vejledning fra Kim Rask Petersen, vores tekniske vejleder under projektet. Desuden har lærer Peter Olsen været yderst behjælpelig undervejs i projektet ved tvivlsspørgsmål. Arbejdet med vores afgangprojekt er hovedsagligt foregået på VIA University College Danmark, Chr. M. Østergårdsvej i Horsens.

Rapporten er opstillet med henblik på læservenlighed. Det vil blandt andet sige, at linieafstanden er halvanden, hvilket gør, at rapporten er væsentlig længere end ved normal sideopsætning.



## Læservejledning

I denne rapport henvises til bilag, som forefindes i bilagsrapporten.

I den elektroniske udgave af bilagsrapporten skal man gøre således:

Er siden blank: Hold musen på bilagsnavnet og følg anvisningerne.

For eksempel: klik på linket herunder, hvorefter tegningen vises på skærmen.

- [71 00 00 '4000S 4 lige sider'](#)

Samme fremgangsmåde ved link til hjemmesider.



*Marianne Gudnor & Faraidon K. Wahab*

God læselyst☺

---

Marianne Gudnor

---

Faraidon K. Wahab

## Indholdsfortegnelse

1	Indledning	13
1.1	Metso Denmark A/S	13
1.1.1	M&J Industries	13
1.1.2	Anvendelsesområde for affaldsneddelere hos M&J Industries	13
1.1.3	Beskrivelse af en affaldsneddeler	14
2	Økonomiske rammer	17
3	Konstruktion	17
4	Kravspecifikation	18
4.1	Modulopbygget tragt	18
4.2	Automatisk servicedør	19
5	Kriterium	19
6	Personprofilværktøjet DiSC	20
7	Idégenerering	21
7.1	Metode	21
7.2	Brainstorming modulopbygget tragt	22
7.3	Brainstorming automatisk styret servicedør	23
7.4	Omvendt brainstorming	23
8	Løsningsforslag til tragten	24
8.1	Løsningsforslag 2	25
9	Løsningsforslag til automatisk servicedør	28
9.1	Styring	28
9.1.1	Hydraulik	28
9.1.2	Pneumatik	29
9.1.3	El	29
9.2	Låsemekanisme	30
9.2.1	Løsning 2	30

---

10	Valg af løsning	32
10.1	SWOT- analyse	32
10.1.1	SWOT Løsningsforslag 2	33
10.2	Tragt	34
10.3	Styring	34
10.4	Låsemekanisme	34
11	Maskintekniske beregninger / valg af komponenter	35
11.1	Regningsmæssig kraft	35
11.2	Bukning	37
11.2.1	Pressekraft på kantbukkeren	37
11.2.2	Tilbagefjedring	38
11.2.3	Mindste bukkeradius	39
11.3	Boltesamlinger	40
11.3.1	Friktionsbæreevne	40
11.3.2	Hulrandsbæreevnen	41
11.3.3	Dynamiske beregninger	42
11.3.4	Valg af bolte og møtrikker	42
11.3.5	NORD-LOCK	43
11.3.6	Forspænding	44
11.3.7	Tilspændingsmoment	44
11.4	Kontrolberegning af svejsesamling ved beslag	45
11.4.1	Forskydning	46
11.4.2	Bøjning	46
11.5	Egenfrekvensen	47
11.6	Profiljern	50
12	Finite Element Analyse	51
12.1	Von Mises	52
12.2	Deformation	53

---

13	Styring	53
13.1	Valg af motorer	54
13.2	Kontrolberegning af stang til låsemekanisme	56
13.3	Ladderdiagram	57
13.3.1	Åbning	57
13.3.2	Lukning	57
14	Produktdokumentation	57
15	Illustration af den endelige konstruktion	58
15.1	Moduler	58
15.2	U-profiler	59
15.3	Fladjern	59
15.4	Serviceværk inkl. låsemekanisme	60
15.5	4000S 4 lige sider	60
15.6	4000S Skrå side	61
15.7	4000S Skrå overbygning	62
15.8	6000S 4 lige sider	62
16	Sikkerhed	63
16.1	Maskine	63
16.2	Risikovurdering	63
16.3	Sikkerhed i forhold til brugeren	64
16.3.1	Nødstop	65
16.4	Selvgodkendelse	65
16.5	Mærkning	65
16.6	Sikkerhed under montage	66
17	Montagevejledning	69
18	Miljøanalyse	69

---

18.1	Arbejds miljø	69
18.2	Det eksterne miljø	70
18.3	CO <sub>2</sub> -udledning under transport	70
18.4	CO <sub>2</sub> -udledning i henhold til svejsetimer	72
19	Kostprisberegning	74
20	Fremtidigt forbedringsforslag	75
21	Prototype	78
22	Konklusion	80
23	Pressemeddelelse	82
24	Litteraturliste	83
24.1	Bøger	83
24.2	Kompendier/ udleverede noter	84
24.3	Foldere	84
24.4	Standarder	84
24.5	Hjemmesider	84

## Figurliste

Figur 1 Affaldsneddeler	14
Figur 2 Knive til skærebord	15
Figur 3 Økonomiske rammer	17
Figur 4 Rammemål på skærebord til 4000S	18
Figur 5 Løsningsforslag 2	25
Figur 6 IDW- tegning af tragt	26
Figur 7 Fladjern øverst	26
Figur 8 Modul og samling i løsningsforslag 2	27
Figur 9 L-form	27
Figur 10 Samlingen mellem to moduler	28
Figur 11 Dør	30
Figur 12 Nærbillede af dørens åbne/lukkemekanisme	31
Figur 13 SWOT2	33
Figur 14 Situationen	35
Figur 15 Diagram til fastlæggelse af tilbagefjedringsfaktoren	38
Figur 16 Tabel til fastlæggelse af c-faktor til beregning af mindste rundingsradius	39
Figur 17 Boltene placering	40
Figur 18 NORD-LOCK	43
Figur 19 Beslag til låsemekanisme	45
Figur 20 Beslag med svejseangivelse	45
Figur 21 Afstand	47
Figur 22 Tabel. 2.21 K-værdi for egensvingningsform	48
Figur 23 Belastning påført samt fast indspændt	52
Figur 24 Von-Mises-spændingen	52
Figur 25 Total deformation	53
Figur 26 Motor	54
Figur 27 Aktuator	54
Figur 28 Modul Nr. 71 02 01	58
Figur 29 Modul Nr. 71 04 02	58
Figur 30 Kortsider Nr. 71 03 00	59
Figur 31 Fladjern Nr. 71 01 08 og Nr. 71 02 04.	59

---

Figur 32 Kortsider Nr. 71 01 00 _____	60
Figur 33 4000S 4 lige sider Nr. 71 00 00 _____	60
Figur 34 4000S 4 lige sider Nr. 71 00 00 på skærebord _____	61
Figur 35 4000S Skrå side Nr. 72 00 00 _____	61
Figur 36 4000S Skrå Overbygning Nr.74 00 00 _____	62
Figur 37 6000S 4 lige sider Nr. 74 00 00 _____	62
Figur 38 Nødstop knap _____	65
Figur 39 CE mærke _____	66
Figur 40 Skema til vurdering af byrdens vægt i relation til rækkeafstanden _____	66
Figur 41 Platform ved servicedør _____	67
Figur 42 Eksempel på letvægtsrullestillads _____	68
Figur 43 Montagekran og Gaffeltruck _____	68
Figur 44 Oversigt over forureningsdannelse _____	70
Figur 45 Så meget fylder 1 ton CO <sub>2</sub> _____	73
Figur 46 Fiberline-broen ved Kolding _____	76
Figur 47 Pultruderet profil _____	77
Figur 48 Dimension SST 1200 3D printer _____	78
Figur 49 Prototype i 3D printer _____	78
Figur 50 Prototype af tragt '4000S 4 lige sider' _____	79

## Bilagliste

Bilagsnummer	Titel
1	Procesrapport
2	DiSC Analyse
3	Løsningsforslag
4	PowerPoint præsentation til Metso Denmark
5	Mathcad Bolteberegninger
6	Data ABC Bolte
7	NORD-LOCK
8	Mathcad Kontrolberegning af svejsesamling
9	Data fra M&J Industries
10	Mathcad Egenfrekvensberegninger
11	Profiljern
12	MBM A/S – Sprint motor
13	Linak Danmark A/S – Aktuator LA12
14	Mathcad Kontrolberegning af rundstål
15	Ladderdiagram
16	Risikovurdering
17	Montagevejledning
18	Miljøanalyse-beregninger
19	Eksempel på mødeindkaldelse
20	Eksempel på korrespondance
21	Referat af midtvejsevaluering
22	Tidsplan
23	Pressemeddelelse
24	Fortrolighedserklæring
25	Udlåns- og anvendelsesformular
26	Tegningsoversigt
27	Opslagstegninger
28	Samlingstegninger
29	Produktionstegninger
30	Illustrationstegninger
31	CD

## Executive summary

Der er udarbejdet et Executive summary, som er vedlagt i separat mappe.



## 1 Indledning

Som afgangsprøve på 7. semester på VIA University College i Horsens, Danmark har gruppen, som består af to maskiningeniørstuderende valgt at indgå i et samarbejde med firmaet Metso Denmark A/S (tidligere M&J Industries). Afgangsprojektet omhandler en modulopbygget tragt med automatisk servicedør til affaldsneddelere, som samles med mindst mulig brug af svejsning. Globale klimaændringer er et af tidens helt store spørgsmål, derfor har gruppen valgt at foretage en miljøanalyse. At valget faldt på dette projekt, skal ses i sammenhæng med, at gruppen fandt det interessant og fagligt udfordrende.

### 1.1 Metso Denmark A/S

Metso<sup>1</sup> er en global leverandør af bæredygtige teknologier og tjenester til minedrift, byggeri, energi, metal genbrug og papirindustrien. I oktober 2009 opkøber Metso firmaet M&J Industries, som i stedet kommer til at hedde Metso Denmark A/S. Dette opkøb styrker Metso's position som en førende leverandør af genanvendelsesudstyr og gør Metso til en betydelig spiller også i udstyr til genanvendelse af fast affald.

#### 1.1.1 M&J Industries

Ud over udvikling, produktion og markedsføring af et komplet produktprogram af mobile og stationære affaldsneddelere, producerer M&J Industries desuden højteknologiske komponenter og maskiner til flere internationale industrivirksomheder.

#### 1.1.2 Anvendelsesområde for affaldsneddelere hos M&J Industries

Affaldsneddelere fra M&J Industries er udover at kunne neddele husholdnings-, og erhvervsaffald også udviklet til at neddele vanskelige typer af affald, som kan skæres/vrides fra hinanden såsom køleskabe, olietønder, kabelruller, møbler, tæpper, plasttromler og jernbanesveller. Det er altså muligt at komme et helt køleskab eller en jernbanesvelle ned i affaldsneddeleren, hvorefter denne vil knuse dem til små stykker. Affaldsneddeleren kan dog ikke klare materialetyper som bilmotorer, betonklodser og stålplader.

Affaldsneddelere anvendes typisk på affaldsforbrændingsanlæg, genanvendelsesanlæg, sorteringsanlæg m.fl.

---

<sup>1</sup> Kilde: [http://www.metso.com/corporation/about\\_eng.nsf/WebWID/WTB-041026-2256F-0E48B?OpenDocument&mid=2E8312A41D276B1FC2256F40003E464C](http://www.metso.com/corporation/about_eng.nsf/WebWID/WTB-041026-2256F-0E48B?OpenDocument&mid=2E8312A41D276B1FC2256F40003E464C)

### 1.1.3 Beskrivelse af en affaldsneddeler

En affaldsneddeler består af en tragt og et skærebord<sup>2</sup> med en eller to roterende aksler med knive, der er monteret i spiralform, som neddeler affaldet. En ”power pack” (drivstation), der indeholder motor, pumper, hydrauliktank, køler m.v. og en tragt, hvor affaldet kommer i. Et sæt standardiserede slangeforbindelser overfører via hydraulikolie kraften fra Power Pack’en til skærebordet. Skærebordet bæres af et chassis (stativ), men har samtidig den funktion at samle det neddelte materiale på et indbygget transportbånd, der sørger for den nødvendige borttransportering. Fuldautomatisk styring kontrollerer neddelingsprocessen og sikrer maskinen mod overbelastning, hvis der ved en fejl fyldes noget i, som ikke kan neddeles.

På nuværende tidspunkt er der 4 forskellige stationære maskiner. De 4 stationære maskiner er henholdsvis 1000S, 2000S, 4000S og 6000S. I dette projekt tages der udgangspunkt i 4000S. Udover stationære maskiner findes der også mobile maskiner.



Figur 1 Affaldsneddeler

<sup>2</sup> Se figur 1 Affaldsneddeler og figur 2 Knive til skærebord



Figur 2 Knive til skærebord

I denne rapport præsenteres en komplet konstruktion af en modulopbygget tragt ud fra ønsker og krav fra Metso Denmark A/S.

Der er udarbejdet 5 løsningsforslag, hvoraf et enkelt er udvalgt til den endelige løsning.

Den endelige løsning præsenteres i 4 forskellige variationer:

- 4000S 4 lige sider
- Skrå side
- Skrå overbygning
- 6000S 4 lige sider

Den første variation 4000S 4 lige sider er udtaget til en yderligere proces med produktions-tegninger, beregninger, Finite Element analyse, samt til fremstilling af prototype, da denne er den mest solgte.

Beregninger er udført på kritiske steder, samt på dele hvor dimensionering kræves.

Der er udført produktionstegninger af de enkelte komponenter og relevante opslags-/samlingstegninger.

Da sikkerhed er afgørende for konstruktionens udseende og funktioner, er der et afsnit om dette i henhold til det nye maskindirektiv 2006/42/EF.

I miljøanalysen ses hovedsageligt på hvilken betydning, det har for miljøet både det eksterne og interne, at firmaet vælger en modulopbygget tragt, som samles med mindst mulig brug af svejsning frem for de nuværende tragte, som består af store sammensvejste plader.

For at få en fornemmelse af konstruktionens omfang prismæssigt er der udarbejdet en kostprisberegning, der viser en overslagspris for hele konstruktionen.

Ydermere er der udarbejdet en pressemeddelelse.

Desuden indeholder rapporten en Idégenerering, der ligger til grund for de principper, der er brugt i konstruktionen.

I procesrapporten kan såvel projektbeskrivelsen som ugentlige opdateringer fra projektforløbet, herunder agenda for møder med teknisk vejleder, læses. Sidst i procesrapporten reflekteres der over det samlede projektforløb.

Gantkort (rev.0 og rev.1) viser den overordnede tidsplan.

Slutteligt konkluderes i hovedrapporten, hvorvidt det er lykkedes at udvikle en modulopbygget tragt med automatisk servicedør, som kan samles med mindst mulig brug af svejsning til affaldsneddelere i firmaet Metso Denmark A/S og hvorvidt det vil være muligt for Metso Denmark A/S at kunne markedsføre disse som miljøvenlige.

## 2 Økonomiske rammer

	Økonomiske Rammer for 4000 S tragt 1300kg
Samlet pris Dkr. 47.900.-	Plader købt og skåret hos anden dansk underleverandør Svejsarbejde og maling udført af M&J:
	<i>4 opbukkede plader (tragtsider)</i> <i>i alt dkr. 15.000,-</i> <i>Timer til opsvejsning 40 timer á dkr. 650,-</i> <i>i alt dkr. 26.000,-</i> <i>Timer til maling 10 timer á dkr. 690,-</i> <i>i alt dkr. 6.900,-</i>  Hertil kommer automatisk servicedør, som ikke er en del af tragten på nuværende tidspunkt.
Samlet pris Dkr. 27.000.-	Køb af komplet tragt inkl. maling og svejsarbejde hos anden dansk underleverandør.
	<i>Dvs. det er billigere for firmaet at få lavet en komplet tragt end selv at stå for svejsarbejde m.m.</i>  Hertil kommer automatisk servicedør, som ikke er en del af tragten på nuværende tidspunkt.
Ca. Dkr. 5.000,-	Forventet fragtpriis til anden europæisk destination

Figur 3 Økonomiske rammer

## 3 Konstruktion

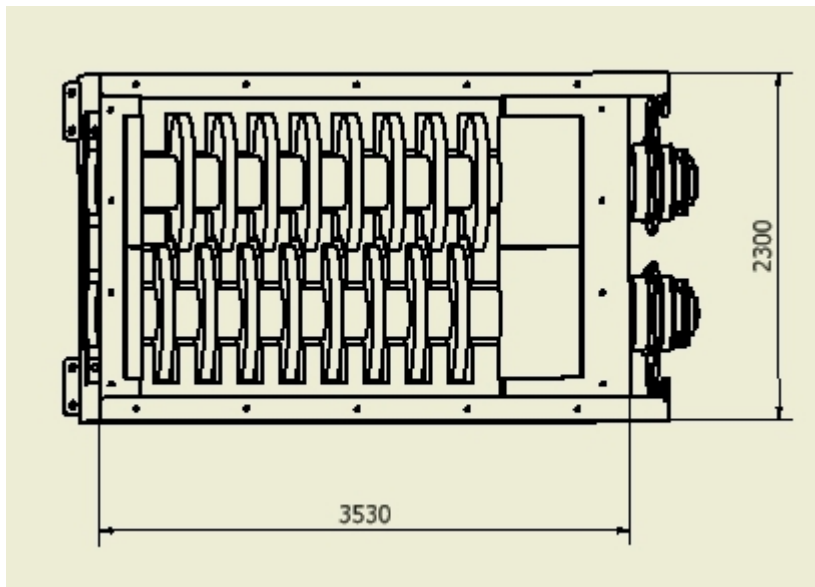
I konstruktion af tragten indgår identificering af behov, problemløsning, fastlæggelse af krav og kriterier, kreativ Idégenerering, prototypefremstilling, maskintekniske beregninger, evaluering af løsninger og produktdokumentation.

Ved at studere behovssituationen hos Metso Denmark A/S fastlægges tragtens funktioner og egenskaber og en række krav og kriterier for produktet fremsættes. Herefter findes den bedste måde, hvorpå produktets funktioner og egenskaber lever op til de fremsatte krav og kriterier.

## 4 Kravspecifikation

### 4.1 Modulopbygget tragt

Der findes ikke nogen standardtragt. De geometriske dimensioner til tragte ændres fra kunde til kunde, dog er rammemål<sup>3</sup> på skærebord konstante og tragten skal holde rammemål på eksisterende produkt. Der skal tages udgangspunkt i rammemål på skærebord til affalds-neddeler 4000S, da denne er den mest solgte.



Figur 4 Rammemål på skærebord til 4000S

Det skal være muligt at tilføje moduler således, at toppen bliver noget større end rammemålene på 3530x2300mm. Kun vinklen og højden på tragten må ændres.

#### Materiale

- 8mm konstruktionsstål S235J2

#### Tæthed

- Det er ikke et krav, at tragten skal være 100 % vandtæt. Luftspalter accepteres, da disse vil blive lukket af affald.

<sup>3</sup> Se figur 4

### Styrke

- Tragten skal rent styrkemæssigt kunne holde til, at der tabes en jernklump på 200 kg fra 3 meters højde. Affaldets densitet er normalvis max  $500 \text{ kg/m}^3$ .

### Samlinger

- Tragten skal kunne samles med mindst mulig brug af svejsning.

## 4.2 Automatisk servicedør

Eksisterende servicedør med tilhørende rektangulære rørprofiler fra Metso Denmark A/S skal anvendes. Servicedøren måler 645 mm x 745 mm.

### Materiale

- Konstruktionsstål S235

### Brugersikkerhed

- Det skal ikke være muligt at maskinen kører, hvis servicedøren står åben. Styrings-systemet skal sikre, at når servicedøren åbnes, skal hele maskinen stoppe.

### Styringskomponenters placering

- De skal sidde på ydersiden

## 5 Kriterium

Det er ønskeligt, at der findes den nemmeste og billigste løsning. Løsningen skal derfor være egnet til de komponenter, som Metso Denmark A/S har i forvejen.

## 6 Personprofilværktøjet DiSC

I dette projekt anvendes DiSC-modellen som metode til at optimere samarbejdet i projektgruppen<sup>4</sup>.

DiSC- modellen relaterer sig til William Moulton Marston's teori om menneskets styrende kræfter i bogen "Emotions of normal people" fra 1928. DiSC-modellen er siden blevet videreudviklet og er nu anvendt i over 200.000 eksemplarer i Danmark<sup>5</sup>.

DiSC-modellen er en situationsbestemt adfærdsprofil, som beskriver et menneskes psykologiske drivkræfter og kan være med til at forklare, hvorfor vi handler, som vi gør i forskellige situationer. Et vigtigt udgangspunkt er selvindsigt; at forstå egne adfærdstendenser og udvikle en forståelse af, hvordan ens adfærd påvirker andre. Hvorfor handler man, som man gør i forskellige situationer, hvad motiveres man af og ikke mindst hvilke "filtre" er der med ind over? (Med "filtre" menes de begrænsninger, som man har i sin evne til at forstå sig selv og andre). For med øget selvindsigt – og forståelse for DiSC-modellen - kommer også en øget indsigt i andre. Det handler om at forstå, respektere og værdsætte individuelle forskelle mellem mennesker. I stedet for at dømme andre, lærer vi at forstå hinanden.

---

<sup>4</sup> Se bilag 2: DiSC-analyse

<sup>5</sup> [www.Lean2lean.dk](http://www.Lean2lean.dk)



## 7 Idégenerering

### 7.1 Metode

For at få et bedre overblik over idéer omkring problemet anvendes brainstorming som metode. De fleste er bekendt med brainstorming, men kort fortalt er brainstorming et redskab til at få et stort antal idéer ud af en gruppe på kort tid. Det er meningen med brainstorming, at man skal gå ud over det sædvanlige. At deltagerne skal give slip på deres hæmninger og give sig selv lov til at drømme og lade stå til. Også selvom idéen kan virke tåbelig og dum i forhold til det behandlede problem. Alle idéer er tilladte og skal straks skrives op. Dette kan imidlertid godt være svært at udføre i praksis, da man kan have en tendens til at være ”låst” i sin tankegang.

For ikke at være for ”låste” i vores tankegang har gruppen valgt også at anvende *omvendt brainstorming* som metode.

Der findes mange måder at anvende omvendt brainstorming på. Metoden vi har anvendt til den omvendte brainstorming er, hvor man vender spørgsmål/krav på hovedet for at få nogle mere kreative idéer på banen og for at se om disse kan lede til noget positivt.

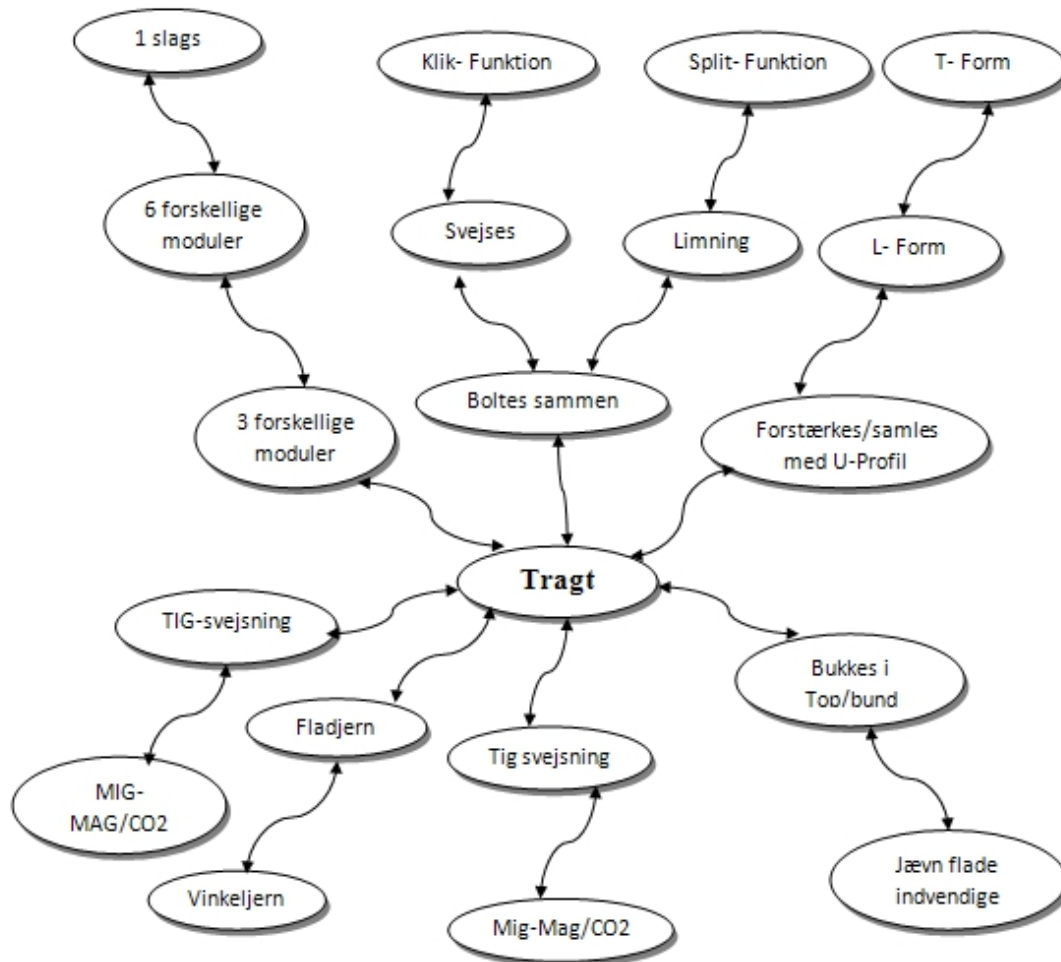
Metoden med at stille spørgsmål på hovedet skyldes inspiration fra en engelsk hjemmeside<sup>6</sup>.

Resultaterne af den almindelige brainstorming er illustreret i to mindmaps. Et for tragten og et for døren. Som det fremgår af de to mindmaps, er der mange forskellige faktorer, der spiller ind under udviklingen af en modulopbygget tragt med automatisk styret servicedør.

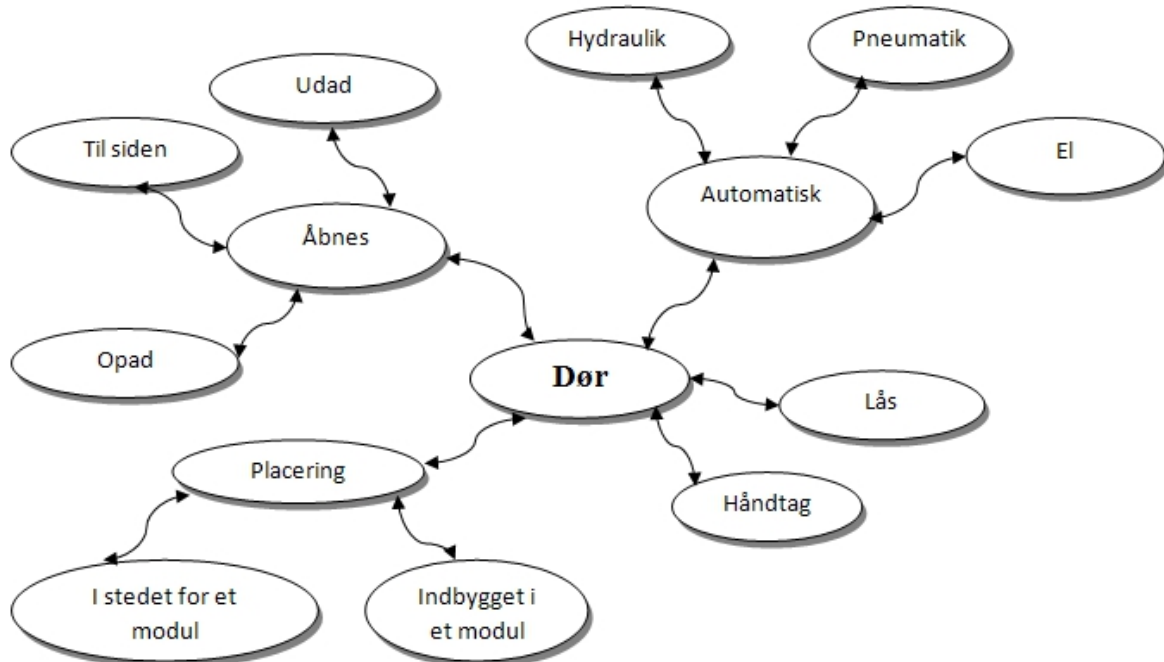
---

<sup>6</sup> [http://www.mindtools.com/pages/article/newCT\\_96.htm](http://www.mindtools.com/pages/article/newCT_96.htm)

## 7.2 Brainstorming modulopbygget tragt



### 7.3 Brainstorming automatisk styret servicedør



### 7.4 Omvendt brainstorming

- Hvordan sikrer vi os, at tragten falder fra hinanden
- Hvordan få vi evt. bolte rokket løse
- Tragten skal kunne ødelægges af kemikalier og ruste
- Hvordan får vi pladerne gjort skæve
- Man skal kunne få en arm i klemme i døren
- Det er vigtigt, at modulerne ikke hænger sammen
- Modulerne skal sidde løst i bunden
- Modulerne samles uden brug af svejsning og uden bolte

Både den almindelige brainstorming og den omvendte brainstorming har givet god inspiration til forskellige løsningsforslag og andre idéer. Derudover besøgte gruppen HI[09] industrimesse<sup>7</sup> 2009 den 2. sept. i Herning, hvor vi udover at deltage i to workshops om det nye maskindirektiv 2006/42/EF også fik god inspiration/viden til idégenereringen.

<sup>7</sup> <http://www.hi-industri.dk/>

## 8 Løsningsforslag til tragten

Ud fra idégenereringen er der fremkommet 5 løsningsforslag til tragten.

**Disse 3 variationer er udgangspunkt for alle 5 løsningsforslag:**

- En tragt med 4 lige sider
- En tragt hvor den ene side har en hældning på  $30^{\circ}$
- En tragt med skrå overbygning

I løsningsforslag 1 præsenteres alle 3 variationer, men i de resterende vises tragten kun med 4 lige sider.

**Det er udgangspunkt for alle 5 løsningsforslag at:**

- Tragten kan monteres på standard skærebord med mål 2300 mm x 3530 mm

**For de første 4 løsningsforslag gælder at:**

- Det vil være muligt at erstatte et modul på kortsiden med et dørmodul

I det 5 og sidste løsningsforslag er dette imidlertid ikke muligt, derfor er det vist med åbning til servicedøren.

Nedenfor præsenteres løsningsforslag 2, som er det valgte løsningsforslag. De resterende kan ses i *bilag 3: Løsningsforslag*.

Udover de sammenføjningsmuligheder, som kan ses i løsningsforslagene, blev der også tænkt på andre sammenføjningsprincipper, som vi dog ikke fandt egnede til løsningsforslag og derfor skrottede. Disse sammenføjningsprincipper kan ses i *bilag 3.7: Ekstra principper*.

## 8.1 Løsningsforslag 2



Figur 5 Løsningsforslag 2

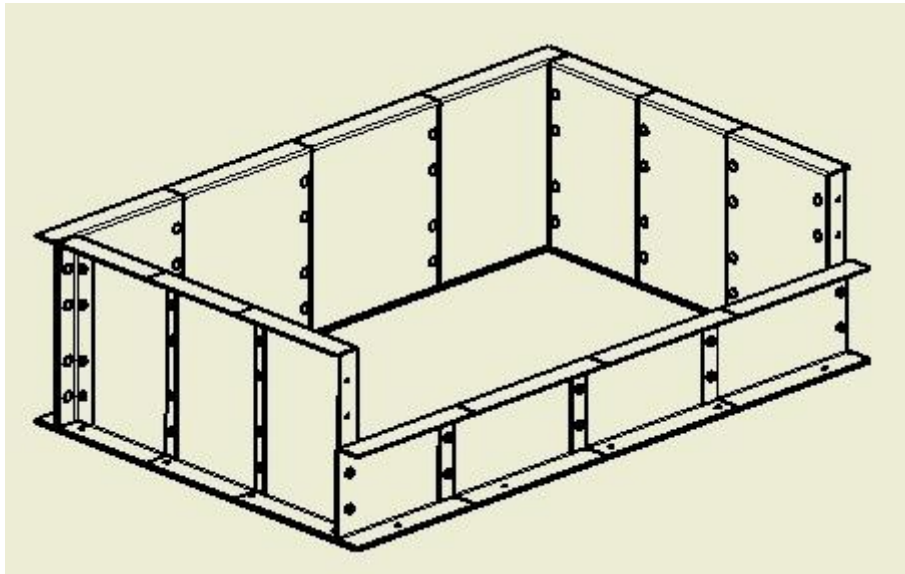
Tragten består af 6 forskellige moduler i alt<sup>8</sup>. Her anvendes et princip, hvor modulerne bliver lagt skiftevis over hinanden, således der fremkommer en lige overflade indvendig i tragten. I top og bund er der fladjern for at holde modulerne sammen<sup>9</sup>. Der skal anvendes rundbolte for at undgå ophobning af affald. Profilerne bukket i L-form<sup>10</sup> med en tykkelse på 8 mm. Alle moduler er bukket i bund og top. Modulerne bliver boltet sammen, hvor bukkene er.

Tragtens højde er ca.1 m på alle sider undtagen den forreste som er ca.0.5 m. Her måler det tungeste modul h:1000 mm x 900 mm og vejer ca.75 kg.

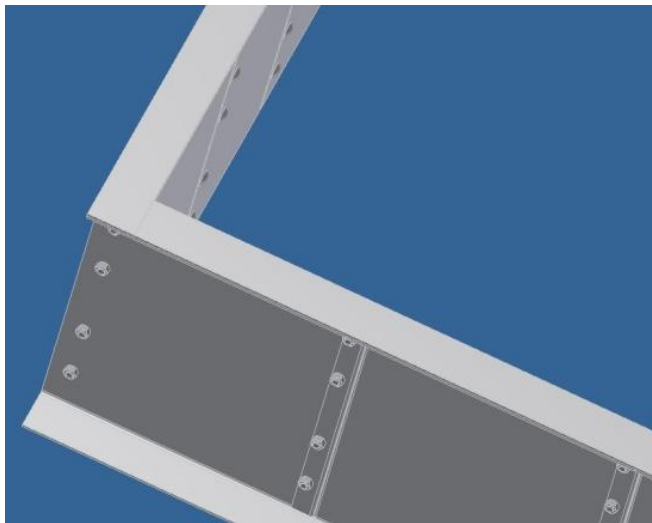
<sup>8</sup> Se figur 5

<sup>9</sup> Se figur 6 og 7

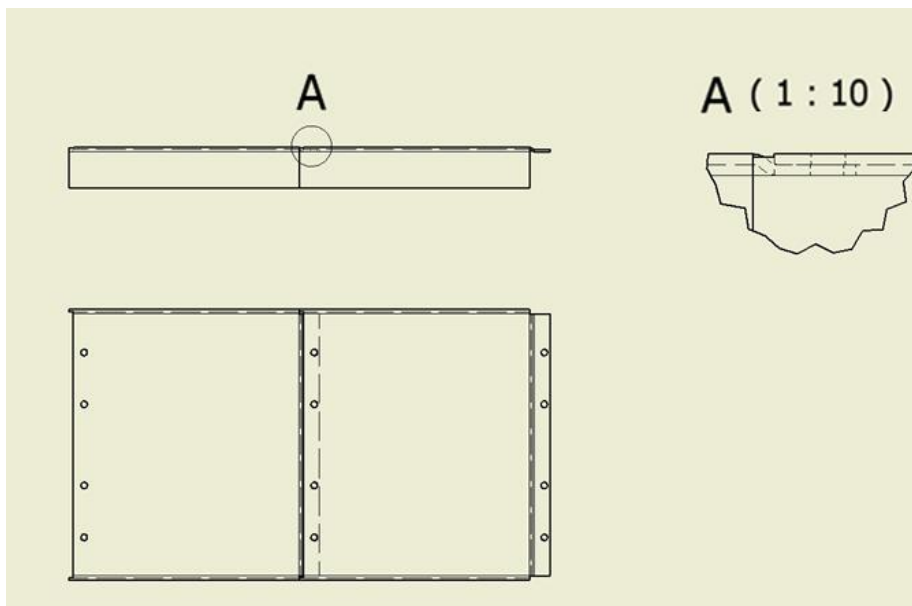
<sup>10</sup> Se figur 9



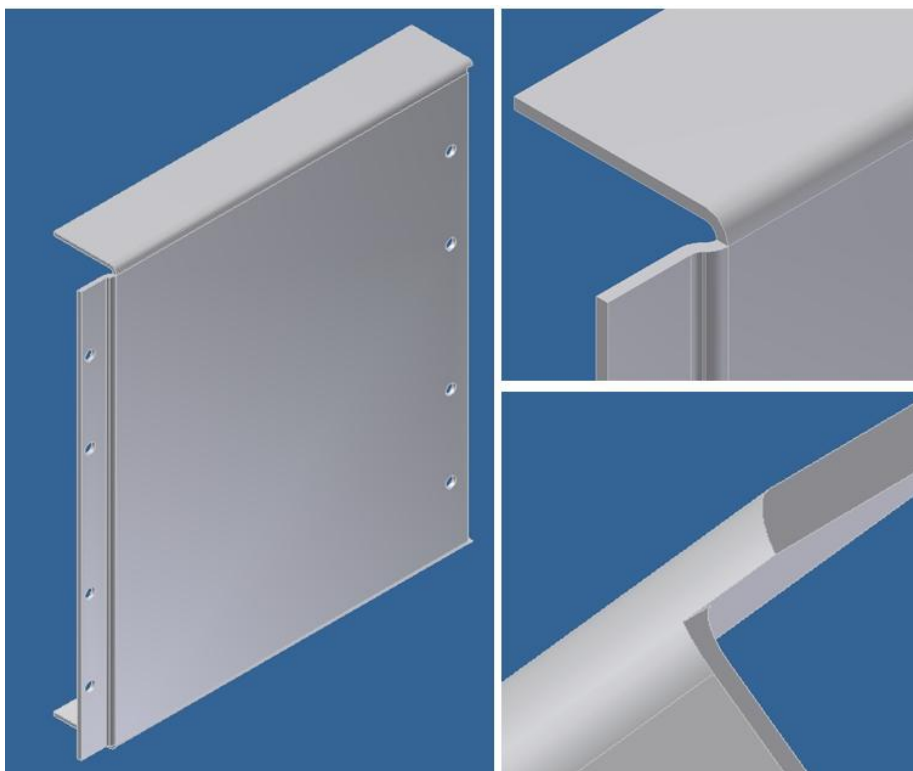
Figur 6 IDW- tegning af tragt



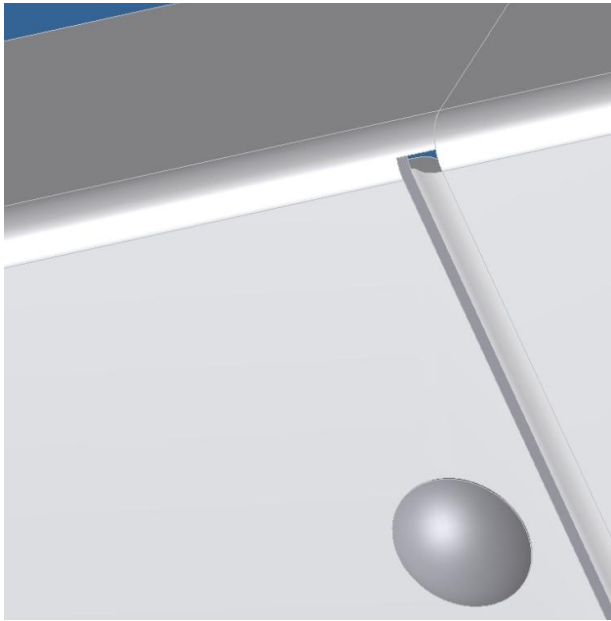
Figur 7 Fladjern øverst



Figur 8 Modul og samling i løsningsforslag 2



Figur 9 L-form



Figur 10 Samlingen mellem to moduler

## 9 Løsningsforslag til automatisk servicedør

### 9.1 Styring

Der er undersøgt forskellige muligheder for automatisk styring af servicedøren. Hydraulik, pneumatik eller el vurderes at være de bedste løsninger til dette formål. Fordelene ved hver især beskrives herunder.

#### 9.1.1 Hydraulik

Hydraulik er en bred betegnelse for kraftoverførsel ved hjælp af væske, som regel olie.

For at anvende hydraulik til denne løsning kræves en pumpestation (unit), hydraulisk motor til at bevæge mekanikken, tank til olie, ventiler herunder flowventil, slange og cylinder/stempel. Aksler på skærebordet drives af hydraulik, dvs. at alle nødvendige komponenter er til stede eller kan nemt skaffes af firmaet via egne leverandører.

Eneste ekstra omkostning for en hydraulisk løsning er en cylinder/stempel og en hydraulikslange. Firmaet har i forvejen eksperter i hydraulik i forbindelse med service og reparation, hvilket er en fordel. Ulempen er derimod, at det er et stort anlæg. Det kræves, at der trækkes en slange fra motoren til servicedøren, som skal sidde på tragtens kortsiden over skærebordet. Der er højtryksolie i hydraulikslangerne, derfor er det vigtigt, at der ikke må



anvendes en hydraulikslange, der er længere end 2 meter, uden at der er en rørkobling i mellem pga. sikkerhed. Der er altid længere end 2 meter fra motoren til servicedøren.

### **9.1.2 Pneumatik**

Pneumatik er betegnelsen for brugen af gas under tryk til at foretage en mekanisk bevægelse. Forskellen på pneumatik og hydraulik er, at hydraulik benytter væske, der stort set ikke kan komprimeres, mens pneumatik benytter gas. Fordelen ved pneumatik er dels, at sikkerheden er højere end med hydraulik, hvis slangerne går i stykker, dels anvendes små komponenter, som ikke fylder meget.

For at anvende pneumatik til denne løsning, skal der dimensioneres en pneumatik cylinder til at åbne og lukke døren, samt beslag til denne herunder stempelstangsgaffel, gaffelbeslag m.m. Der skal anvendes ventiler herunder flowregulerende- og manøvreventiler, en kompressor til lufttryk, samt evt. en trykregulator til at styre hastigheden, dog kan denne også styres af kompressoren, men det kræver et større styringssystem. Slange eller rør skal trækkes hen til servicedøren fra kompressoren. Lang slange, fordi kompressoren ikke kan placeres tæt på døren. Der skal også monteres en skinne. Dvs. der kræves flere komponenter til denne løsning, som ikke er i firmaet, men skal købes udefra (ekstra omkostninger for firmaet) evt. hos Grene Industri – OEM, som har et omfattende lager af Camozzi pneumatikprodukter til automation inden for industrien, hvis denne løsning vælges.

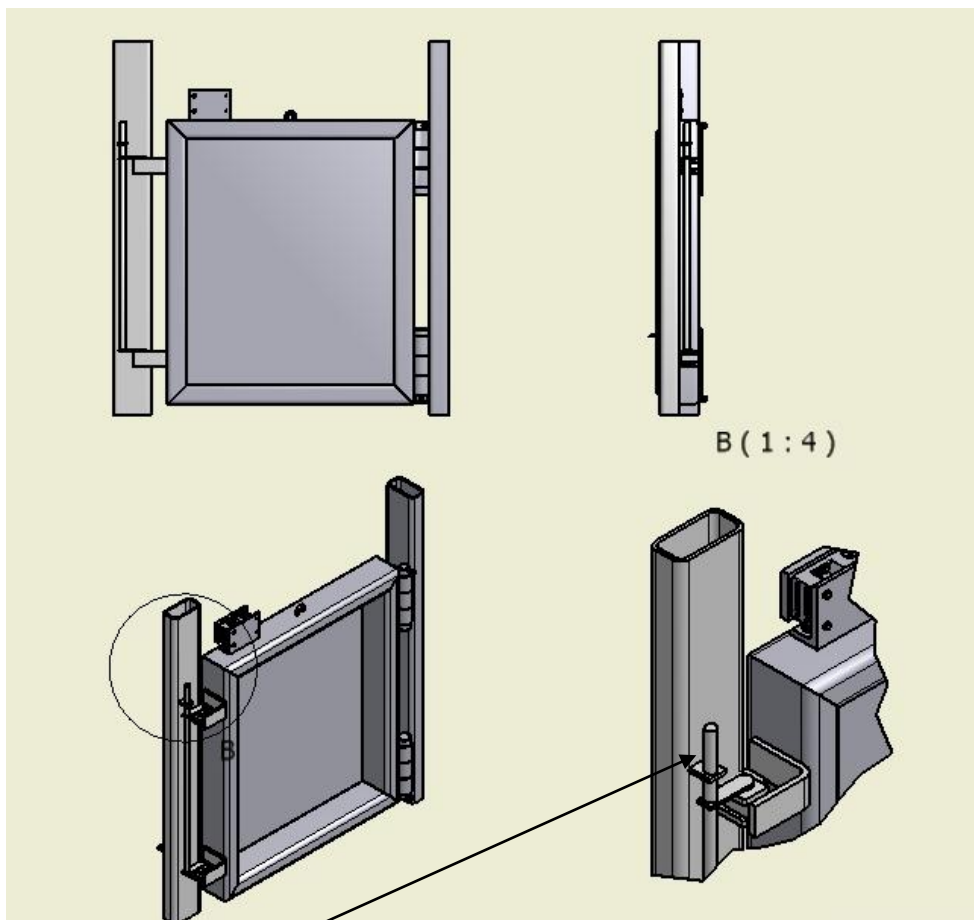
### **9.1.3 El**

Anvendelse af el er meget praktisk i mange konstruktioner, på grund af nem montering og det kræver ikke store komponenter og ekstra udstyr. Det som kræves af tilbehør er antal meter kabler, en kontakt samt en sikring.

## 9.2 Låsemekanisme

Flere løsninger til låsemekanismen har været på banen, hvoraf to blev valgt ud til løsningsforslag. Herefter blev løsning 2 til låsemekanismen<sup>11</sup> valgt til videre design. (*Løsning 1 kan ses i bilag 2: Løsningsforslag*).

### 9.2.1 Løsning 2

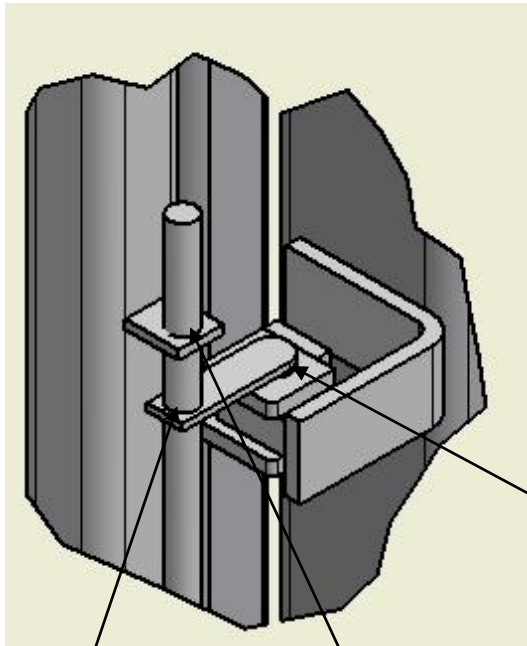


Figur 11 Dør

Den stang skal kunne løftes op ved hjælp af en aktuator. Selve døren skal kunne åbne og lukke automatisk ved hjælp af en elmotor.

Det var et krav, at den eksisterende dør skulle bruges. Med denne løsning skal der blot svejdes et beslag på siden af døren og et andet på de tilhørende rektangulære rørprofiler.

<sup>11</sup> Se figur 11 og figur 12



Figur 12 Nærbillede af dørens åbne/lukkemekanisme

Her bliver svejst således, at denne går med op, når døren åbnes. Låsehovedet går ned igennem og holder døren. Her bliver ikke svejst, så stangen kan køre op og ned.

## 10 Valg af løsning

I et projekt som dette er det vigtigt at forstå kunden og løse kundens problem. I dette tilfælde er Metso Denmark A/S vores kunde, derfor valgte gruppen at inddrage Metso Denmark A/S i udvælgelsen af løsning til tragten. Der blev udarbejdet et PowerPoint<sup>12</sup>, som blev fremvist for Metso Denmark A/S.

### 10.1 SWOT- analyse

Til at hjælpe med udvælgelsen af løsningsforslag er der udarbejdet en SWOT-analyse. SWOT- analysens resultater præsenteres i et diagram<sup>13</sup> over hvert enkelt løsningsforslag.

Ved at betragte løsningsforslagene gennem en SWOT-analyse opnås et overblik over hver enkelt tragt med fokus på fire centrale begreber.

I forhold til forståelsen af analysen skitseres betydningen af de fire centrale begreber først.

Ordet 'SWOT' stammer fra engelsk og står for:

<b>S</b>	Strengths / styrker
<b>W</b>	Weaknesses / svagheder
<b>O</b>	Opportunities / muligheder
<b>T</b>	Threats / trusler

I dette projekt er SWOT-analysen anvendt som metode der her og nu viser:

- Tragtens styrker og svagheder i de forskellige løsningsforslag
- Tragtens muligheder og trusler i de forskellige løsningsforslag

Fordelen ved SWOT er, at det giver en god strukturering af analysefasen. Metoden er fleksibel og låser sig ikke fast på enkelte aspekter. Der stilles dog store krav til, at gruppen kan identificere de vigtige faktorer i hvert enkelt løsningsforslag.

<sup>12</sup> Bilag 4: PowerPoint Præsentation til Metso Denmark A/S

<sup>13</sup> Se bilag 3.6: SWOT-analyse

Placeringen af de forskellige aspekter (f.eks. er noget en styrke eller svaghed) er resultatet af en kvalificeret diskussion med udgangspunkt i den faglige/tekniske viden, som gruppen har opnået gennem maskiningeniørstudiet og arbejdet med løsningsforslagene.

Det skal understreges, at SWOT-analysen ikke er en komplet oversigt over alle styrker, svagheder, muligheder og trusler i hvert løsningsforslag, men et udvalg af de faktorer, som gruppen finder væsentlige. I processen er der naturligvis også foretaget et fravalg af faktorer.

### 10.1.1 SWOT Løsningsforslag 2

<b>SWOT 2</b>	
<b>Styrker:</b>	<b>Svagheder:</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Stærke i samlinger pga. Dobbelt lag stål 2x6mm</li><li>• Modulerne støtter hinanden så de ikke glider fra hinanden</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Spalter i samlinger</li><li>• Ingen afstivere som forstærker</li><li>• Mange boltesamlinger</li><li>• Bolte kun i en række</li><li>• Dyr at producere pga. modulerne skal bukke i L-form</li></ul>
<b>Muligheder:</b>	<b>Trusler:</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Boltene kan besigtiges og efterspændes om nødvendigt</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Risiko for at boltene kan røkke sig løse</li><li>• Moduler skal løftes med løftekran, da de største måler h:1000mm b:900mm og vejer 75 kg</li></ul>

Figur 13 SWOT2

## 10.2 Tragt

Firmaet fandt løsningsforslag 2 bedst egnet. Primært fordi det er en nem og billig løsning. Der er få moduler og de kræver minimal bearbejdning. Der var dog nogle grundkriterier, som skulle opfyldes, for at løsningsforslag 2 accepteres.

De grundæggende kriterier er:

- Modulerne skal være lettere, så de kan løftes af to mand

Metso Denmark A/S tillod at **godstykkelsen blev ændret fra 8 mm til 6 mm** for, at dette kan opnås.

- Der skal være mere afstivning
- Metso Denmark A/S's underleverandør, firmaet Tora A/S, skal kontaktes og tilkendesige, at bukning i modulerne kan lade sig gøre
- Det skal sikres, at hullerne vil ligge præcist overfor hinanden, for at der under samlingen undgås, at der skal bores nye huller

## 10.3 Styring

El er valgt som styring til servicedøren, da en el-løsning er billigst, fylder mindst og har færrest komponenter. El har også den fordel, at det er nemt at holde rent og kræver ikke ekstra kompleks service og vedligeholdelse. Der kræves ikke speciel uddannelse eller erfaring for at betjene en el styret maskine. Sikkerheden ved el styrede maskiner er højere end ved hydraulik og pneumatisk styrede maskiner. For at anvende el til denne løsning skal der bruges en motor og en aktuator. Motoren til at åbne og lukke døren og en aktuator til at løfte og sænke stangen til låsemekanismen.

Dørens sensor er elektrisk styret, hvilket betyder, at der skal trækkes et kabel til døren. Derudover skal der være et styrepanel.

## 10.4 Låsemekanisme

Løsning 2 er valgt, fordi den har en længere levetid pga. dens simple design end løsning 1.

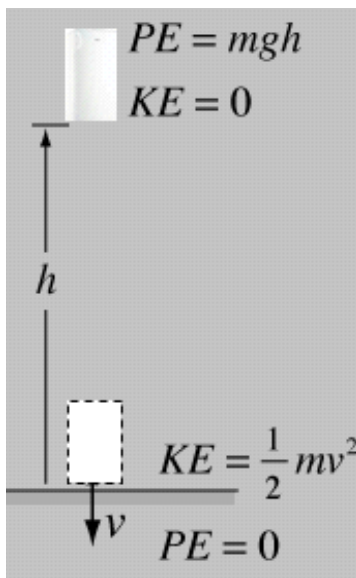
## 11 Maskintekniske beregninger / valg af komponenter

### 11.1 Regningsmæssig kraft

Den regningsmæssige kraft  $F_{avg}$  skal beregnes for at kende lasten, der vil påvirke tragten.

$$F_{avg} = \frac{P}{\text{stødtiden}}$$

Kravet er, at tragten skal kunne holde til, at der droppes 200 kg fra 3 meters højde, så det er den situation, der regnes på.



Figur 14 Situationen

Hastigheden ved kollision kan beregnes ud fra ligningen *potentiell energi* = *kinetisk energi*:

$$mgh = \frac{1}{2}mv^2$$

⇕

$$gh = \frac{1}{2}v^2$$

⇕

$$v^2 = 2gh$$

⇕

$$v = \sqrt{2gh}$$

Der fås:

$$v = \sqrt{2 \cdot 9.81 \cdot 3}$$

⇓

$$v = 7.67 \text{ [m/s]}$$

Impulsen (bevægelsesmængden) beregnes:

$$p = m \cdot v$$

⇓

$$p = 200 \cdot 7.67$$

⇓

$$p = 1534 \text{ [(kg} \cdot \text{m) / s]}$$

Stødtiden antages at være 1/4 s. Antagelsen er foretaget ud fra filmoptagelser fra M&J Industries hjemmeside<sup>14</sup>.

Der fås:

$$F_{avg} = \frac{p}{\text{stødtiden}}$$

⇓

$$F_{avg} = \frac{1534}{0.25}$$

⇓

$$F_{avg} = 6136 \text{ [N]}$$

For at være på den sikre side lægges der en yderligere sikkerhedsfaktor<sup>15</sup> på 1.8 til.

**Den beregningsmæssige kraft er derved 11045 N = 11.1 kN.**

<sup>14</sup> <http://www.mj.dk/side1457.html>

<sup>15</sup> I henhold til Mechanical and Metal Trades Handbook side 44.



## 11.2 Bukning

Materialet skal bukkes på en kantbukker. Den ønskede vinkel<sup>16</sup> er 11°. Bukningen foregår i V-sænke. Der vil opstå tryk- og trækspændinger under bukkeprocessen på henholdsvis over- og underside. Udover kraften til den direkte deformation, vil friktionsmodstanden også skulle overvindes, når pladematerialet ”trækkes” ned over sænkens hjørner.

### 11.2.1 Pressekraft på kantbukkeren

$$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{F \cdot w}{4 \cdot \frac{1}{6} \cdot b \cdot s^2} \Rightarrow F = \frac{\frac{2}{3} \cdot \sigma \cdot b \cdot s^2}{w}$$

Til bestemmelse af kraften ved bukning i V-sænke anvendes korrektionsfaktoren C, hvilket bevirker, at der er taget hensyn til den friktion, som skal overvindes, når materialet trækkes ned over sænkens hjørner.

$\frac{2}{3} \cdot \sigma$  erstattes af  $R_m$  – værdien for materialet, som korrigeres med factor C.

↓

$$F = C \cdot b \cdot s^2 \cdot R_m \cdot \frac{1}{w}$$

$$R_m = r_i + \frac{1}{2} s = 6 + \frac{1}{2} \cdot 6 = 9 [mm]$$

$$C = 1 + \frac{4 \cdot s}{w} = 1 + \frac{4 \cdot 6}{20} = 7 [mm]$$

, hvor afstanden  $w$  er vurderet til 20mm ud fra afstanden mellem bukkene.

Pressekraften må ikke overstige 165000N, da dette er, hvad kantbukkere hos Tora A/S kan klare.

<sup>16</sup> For illustrationstegning se bilag 30: Bukning

Der fås:

⇓

$$F = C \cdot b \cdot s^2 \cdot R_m \cdot \frac{1}{w} = 7 \cdot 976 \cdot 6^2 \cdot 9 \cdot \frac{1}{20} = 110678 \text{ [N]}$$

Da **110678 N < 165000 N >> OK!**

### 11.2.2 Tilbagefjedring

Tilbagefjedringen ændrer på den vinkel, som værktøjet har bukket emnet i. Det gør det nødvendigt med et ”overbuk”.

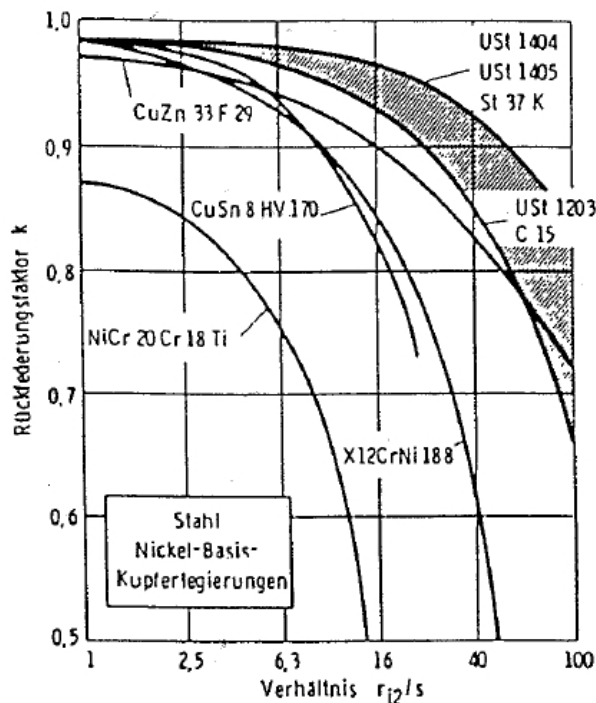
Tilbagefjederingsfaktoren:

$$k = \frac{\alpha_2}{\alpha_1}$$

Den ønskede vinkel er  $\alpha_2$ , ( $\alpha_1$  større end  $\alpha_2$ ).

Den ønskede indvendige radius i bukningsen i forhold til pladetykkelsen er  $\frac{r_{i2}}{s} = 1$

derved aflæses korrektionsfaktoren for tilbagefjedring, k jf. nedenstående<sup>17</sup> figur 15 til 0.98.



Figur 15 Diagram til fastlæggelse af tilbagefjederingsfaktoren

<sup>17</sup> Kilde: Kompendiet 'Teknologi-Bukning'

Den vinkel der skal bukes med for at opnå den ønskede vinkel, er således:

$$\alpha_1 = \frac{\alpha_2}{k} = \frac{11}{0.98} = 11.22^\circ$$

### 11.2.3 Mindste bukeradius

Der fastlægges den mindste radius, som emnet må påføres via stempelkraften (svarer til rundingsradius på stemplet).

$r_{\min}$  er som korrektionsfaktoren for tilbagefjedring afhængig af materiale og pladetykkelse idet der gælder:

$$r_{\min} = c \cdot s, \text{ hvor } c = \text{korrektionsfaktor og } s = \text{pladetykkelse.}$$

Jf. figur 16 nedenfor<sup>18</sup> er  $c = 0.6$  (forudsat at bukningen foregår på tværs af valseretningen, som er anvendt ved pladefremstillingen).

Werkstoff	c-Faktor	Werkstoff	c-Faktor	Werkstoff	c-Faktor
Stahlblech	0,6	Aluminium, halbhart	0,9	AlMn, weich	1,0
Tiefziehblech	0,5	Aluminium, hart	2,0	AlMn, preßhart	1,2
rostfreier Stahl		AlMg 3, weich	1,0	AlMn, hart	1,2
mart. ferrit.	0,8	AlMg 3, halbhart	1,3	AlCu, weich	1,0
austenitisch	0,5	AlMg 7, weich	2,0	AlCu, ausgehärtet	3,0
Kupfer	0,25	AlMg 7, halbhart	3,0	AlCuMg, weich	1,2
Zinnbronze	0,6	AlMg 9, weich	2,2	AlCuMg, preßhart	1,5
Aluminiumbronze	0,5	AlMg 9, halbhart	5,0	AlCuMg, ausgehärtet	3,0
CuZn 28	0,3	AlMgSi, weich	1,2	AlCuNi, geglüht	1,4
CuZn 40	0,35	AlMgSi, ausgehärtet	2,5	AlCuNi, ungeglüht	3,5
Zink	0,4	AlSi, weich	0,8	MgMn	5,0
Aluminium, weich	0,6	AlSi, hart	6,0	MgAl 6	3,0

Figur 16 Tabel til fastlæggelse af c-faktor til beregning af mindste rundingsradius

Der fås:

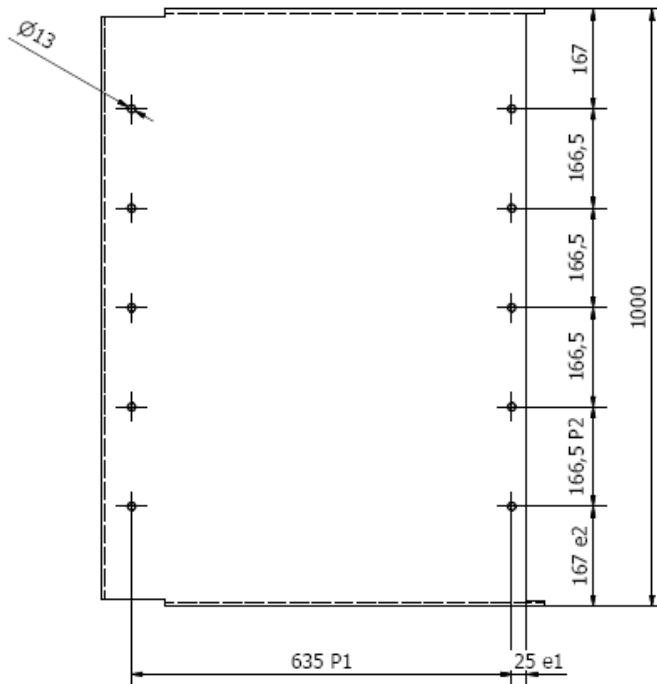
$$R_{\min} = c \cdot s = 0.6 \cdot 6 = 3.6 [mm]$$

<sup>18</sup> Kilde: Kompendiet 'Teknologi-Bukning'

### 11.3 Boltesamlinger

Boltesamlinger mellem moduler<sup>19</sup> skal analyseres for at se om 10 x M12 kvalitet 10.1 bolte kan holde til en regningsmæssig last på 11.1 kN.

For mere detaljerede beregninger, se bilag 5: Mathcad Boltesamlinger.



Figur 17 Boltens placering

#### 11.3.1 Friktionsbæreevne

Den regningsmæssige friktionsbæreevne for en forspændt bolt klasse 10.9

$$F_{sRd} = k_s \cdot n \cdot \mu \cdot F_{pC} \cdot \frac{1}{\gamma_{M3ser}}$$

(3.6 side 30 i DS/EN 1993 -1-8, Samlinger)

Bolte i normale huller

$$k_s := 1$$

(i henhold til Tabel 3.6 DS/EN 1993 -1-8, Samlinger)

Antal friktionsflader

$$n := 2$$

<sup>19</sup> Se figur 17: Boltens placering. Mål i mm.

Den regningsmæssige friktionsbæreevne bliver:

$$F_{\text{serd}} := n_b \cdot k_s \cdot n \cdot \mu \cdot \frac{F_{pC}}{\gamma_{M3\text{ser}}}$$

$$F_{\text{serd}} = 3.901 \times 10^5 \text{ N}$$

**Da 11.1 kN < 390 kN >> OK!**

### 11.3.2 Hulrandsbæreevnen

I henhold til tabel 3.4 side 27(da) DS/EN  
1993 -1-8, Samlinger

Hulrandsbæreevnen:

$$F_{\text{bRd}}(e, p) = \frac{k_1 \cdot \alpha_b \cdot f_u \cdot d_0 \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$F_{\text{bd}} = 2.246 \times 10^5 \text{ N}$$

Hulrandsbæreevnen er afgørende og samlingens bæreevne er 224.6 kN.

**Da 224.6 kN > den regningsmæssige last på 11.1 kN >> OK!**

### 11.3.3 Dynamiske beregninger

Da her er tale om en dynamisk belastet konstruktion, udføres der også dynamiske beregninger (levetidsberegning).

I henhold til EN 1993-1-9  
Udmattelse, side 14(da)

Regningsmæssig levetid:

$$n_1 := \left( \frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{MF} \Delta\sigma_R} \right)^m \cdot 2 \cdot 10^6$$

$$n_1 = 7.2 \times 10^4$$

**Regningsmæssig levetid udtrykt ved antal påvirkninger er 72000 >> OK.**

### 11.3.4 Valg af bolte og møtrikker

Bolte og møtrikker fra ABC Bolte<sup>20</sup>.

Til modulerne er valgt:

- ISO 7380 konstruktionsbolte med 'bottomhead' og indvendig 6 kant. Kvalitet 10.9 fra ABC Bolte. M12\*30.

Der skal anvendes DIN 934 møtrikker. Gevind, d 12 med nøglevidde 19 og gevindstigning 1.75.

Til fastgørelse af fladjern m.m er valgt:

- DIN 6914 konstruktionsbolte. Kvalitet 10.9 fra ABC Bolte. M12\*30 og M12\*40.

Der skal anvendes DIN 6915 møtrikker. Gevind, d 12 med nøglevidde 22 og gevindstigning på 1.75.

---

<sup>20</sup> Bilag 6: Data ABC Bolte

### 11.3.5 NORD-LOCK

Det er undersøgt, hvorvidt der findes et specielt system til at sikre, at boltene ikke går fra hinanden, når de udsættes for dynamiske påvirkninger og vibrationer.

#### Anbefaling

Det anbefales, at NORD-LOCKS sikkerhedsskiver<sup>21</sup> anvendes, da de pga. kilelåsefunktion forhindrer løsning af bolte forårsaget af vibrationer og dynamiske belastninger. De fleste låsemetoder har begrænset eller slet ingen låsende funktion, når de bliver udsat for vibrationer.



Figur 18 NORD-LOCK

NORD-LOCK sikkerhedsskiver

- Er nemme at montere og demontere
- Låser også ved lav forspænding
- Giver maksimal sikkerhed ved skruelåsning

NORD-LOCK koster mere i indkøb. Men det er ikke der, en kunde kan spare pengene. Der hvor pengene kan spares på NORD-LOCK, er på vedligehold. Medarbejderne behøver ikke at løbe rundt og spænde efter, fordi det rasler løs. Dvs. kunden tjener meget hurtigt pengene ind og mere til ved, at de ikke behøver at betale en mand for at spænde efter. Sættes NORD-LOCK på de kritiske steder, spares pengene hurtigt ved at maskinen ikke står stille, fordi et modul er raslet løst. Desuden kan NORD-LOCK genbruges, hvilket almindelige låsemøtrikker ikke kan. Så der er også penge at spare i det lange løb, derfor benyttes NL12 sikkerhedsskiver i konstruktionen.

Gennemgående huller kræver to sæt NORD-LOCK.

<sup>21</sup> Se figur 18. Kilde: [www.nord-lock.dk](http://www.nord-lock.dk)

### 11.3.6 Forspænding

Forspændingskraft ifølge datablad<sup>22</sup> er 54kN.

Højst tilladelige forspændingskraft:

$$F_{pC} := \frac{(0.7 \cdot f_{ub} \cdot A_s)}{\gamma_{M7}}$$

(3.7 Side 30(da) EN 1993-1-8, Samlinger)

$$F_{pC} = 5.365 \times 10^4 \text{ N}$$

**Passer lige >> OK!**

### 11.3.7 Tilspændingsmoment

Tilspændingsmomentet ifølge datablad<sup>23</sup> er 115Nm.

Højst tilladelige tilspændingsmoment:

$$M_k := \mu \cdot d_b \cdot F_{pC}$$

$$M_k = 257.498$$

**OK!**

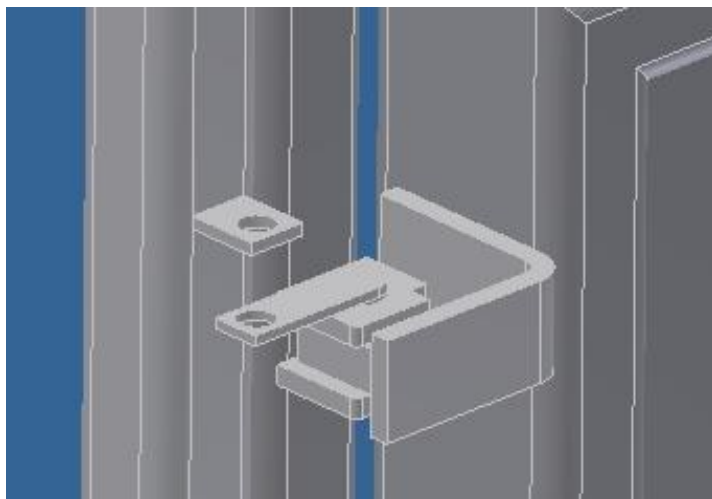
<sup>22</sup> Se bilag 7: Datablad NL12

<sup>23</sup> Se bilag 7: Datablad NL12



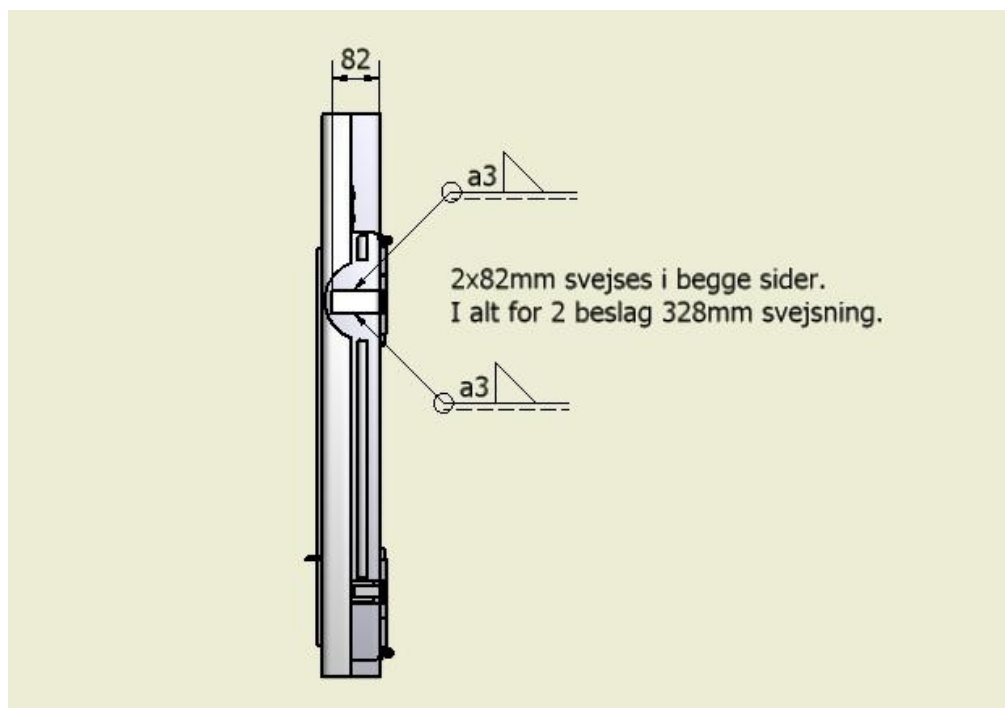
#### 11.4 Kontrolberegning af svejsesamling ved beslag

Beslag til låsemekanismen<sup>24</sup> skal svejses ind på siden af servicedøren med kantsømme i beslagets længderetning og symmetrisk placeret.



Figur 19 Beslag til låsemekanisme

Der skal svejses i hele længderetningen. Der skal svejses med kantsømme frem for stumpsømme, da svejsesømmene i dette tilfælde ligger langs kanten af berøringsfladen mellem beslag og servicedøren<sup>25</sup>.



Figur 20 Beslag med svejseangivelse

<sup>24</sup> Se figur 19

<sup>25</sup> Se figur 20

Kantsømme der regnes for kraftoverførende må ikke være kortere end  $8 \cdot a$ , dog mindst 40 mm.

For kantsømme gælder endvidere, at det beregningsmæssige a-mål højst kan blive  $0.7 \cdot$  mindste pladetykkelse og at sømtykkelsen, a, ikke må være mindre end 3 mm og større end 20 mm. Risikoen for uheldige følger af svejse-spændinger stiger med sømtykkelsens størrelse, derfor bør der ikke anvendes sømtykkelser større end nødvendigt.

Det skal eftervises<sup>26</sup>, at samlingerne kan bære en regningsmæssig kraft på:

$$F_s = 11.1 [kN]$$

Forudsat at stødtiden er 1/4 sekund.

Stålkvalitet S235 efter DS/EN 1993-1-8 (Eurocode 3: Stålkonstruktioner Del 1-8: Samlinger).  
*Eurocodes er det sæt af europæiske standarder, som 01.01.2009 erstattede de danske konstruktionsnormer.*

#### 11.4.1 Forskydning

Spændingen skal opfylde:

$$\sigma_{eff.s} = \sqrt{3 \cdot \tau_0^2} = \sqrt{3 \cdot 24.3^2} = 42.16 MPa \leq c_0 \cdot \frac{f_{ud}}{\beta_w} = 0.9 \cdot \frac{272}{0.8} = 306 MPa$$

**OK!**

#### 11.4.2 Bøjning

Spændingen skal opfylde:

$$\sigma_{wb} = \frac{M_{wb} \cdot e_1 \cdot c_0}{I_w} = \frac{405600 \cdot 38 \cdot 0.9}{219488} = 116.9 MPa \leq f_{yd} = 188 MPa$$

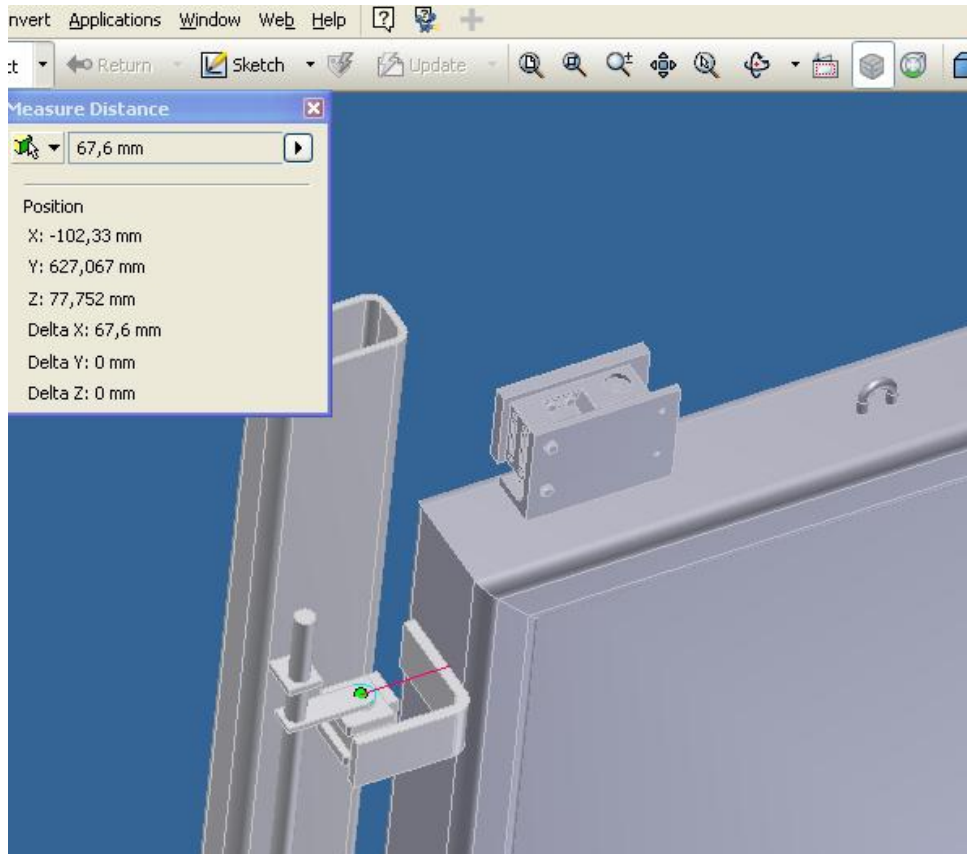
**OK!**

---

<sup>26</sup> Se bilag 8: Mathcad- kontrolberegning af svejse-samling ved beslag.

Bøjningsmomentet er udregnet på følgende måde:

$$M_{wb} = \text{kraft} \cdot \text{afstand} = 11.1 \cdot 10^3 \cdot 67.6 = 750360 \text{ Nmm}$$



Figur 21 Afstand

## 11.5 Egenfrekvensen

For at sikre, at der ikke opstår resonans, beregnes egenfrekvensen  $f_{n, \text{tragt}}$ .

Det antages, at motoren<sup>27</sup> kører med en frekvens på 50 Hz.

$$f_{\text{motor}} < f_{n, \text{tragt}}$$

Følgende beregninger<sup>28</sup> er manuelle beregninger og skal kun betragtes som tilnærmede værdier, da der regnes på et enkelt modul.

<sup>27</sup> Se bilag 9: Data fra M&J Industries

<sup>28</sup> Se bilag 10: Mathcad Egenfrekvensberegninger.

## Data:

Materialet er konstruktionsstål S235J2.

$$E_{\text{konstruktionsstål}} = 210 \cdot 10^9 \text{ [N/m}^2\text{]}$$

$$a_{\text{plade(sidelængden)}} = 1 \text{ [m]}$$

$$t = 0.006 \text{ [m]}$$

$$\nu_{\text{stål(Poissons forhold)}} = 0.3$$







$$\rho_{\text{densitet}} = 7850 \text{ [kg/m}^3\text{]}$$

## Alle sider indspændt

Tragten antages i de manuelle beregninger for at være indspændt i alle 4 sider<sup>29</sup>.

2 Fysik og bygningsfysik

Tabel 2.21

		værdi af K for egensvingningsform							
		1	2	3	4	5	6	7	8
	indspændt	11,84	24,61	40,41	46,14	103,12			
	fri	6,09	10,53	14,19	23,80	40,86	44,68	61,38	69,14
	indspændt ved centrum	4,35	24,26	70,39	138,85				
	simpelt understøttet	5,90							
	1 side indspændt 3 sider fri	1,01	2,17	6,20	7,94	9,01			
	alle sider indspændt	10,40	21,21	31,29	38,04	38,22	47,73		

Figur 22 Tabel. 2.21 K-værdi for egensvingningsform

<sup>29</sup> Teknisk ståbi. 20. udgave. Side 70.

**Værdi af K:**

$$K = 10.40 \text{ for } n=1$$

$$K = 21.21 \text{ for } n=2$$

$$K = 31.29 \text{ for } n=3$$

**Formel:**

$$f_{n,tragt} = \frac{\frac{K}{a^2} \cdot \sqrt{\frac{Et^2}{\rho(1-v^2)}}}{2 \cdot \pi}$$

**Den vigtigste situation er hvor n=1:**

**Der fås:**

$$f_{n,tragt} = \frac{\frac{K}{a^2} \cdot \sqrt{\frac{Et^2}{\rho(1-v^2)}}}{2 \cdot \pi}$$

$$f_{n,tragt} = 54[\text{Hz}]$$

$$f_{motor} < f_{n,tragt}$$

**50 Hz < 54 Hz >> OK!**

*Det kan hermed konkluderes, at det kritiske område formentlig ikke vil rammes.*

## 11.6 Profiljern

Metso Denmark anvender på nuværende tidspunkt servicedøren med tilhørende 100x50x5 rektangulære rørprofiler. Nuværende dimensioner ønskes bevaret. Kontrolberegningerne<sup>30</sup> viser en sikkerhedsfaktor på lidt over 20.

Dørens ramme samt modulerne er styrket af U-profiler øverst. Der er valgt<sup>31</sup> U-profil fra Sanistål. Det var ønskeligt fra Metso Denmark A/S, at almindeligt stål blev bukket til U-profil.

Det var imidlertid ikke muligt at bukke det lange U-profil hos Tora A/S, som ville være nødt til at dele det op i 2 emner under 3000 mm pga. længden på kantbukkemaskinen, derfor blev U-profil fra Sanistål valgt for at bevare styrken i tragten. Priserne blev sammenlignet og der var ikke den store forskel. Tora A/S skulle have 662 kr. for det lange U-profil opdelt i 2 emner og 461 kr. for de korte U-profiler. Prisen hos Tora A/S for U-profiler ville blive 2246 kr. Købt hos Sanistål koster det 1956 kr. + overfladebehandling.

---

<sup>30</sup> Bilag 11.1: Kontrolberegning af rektangulære rørprofiler

<sup>31</sup> Bilag 11.2: Datablad U-profil fra Sanistål

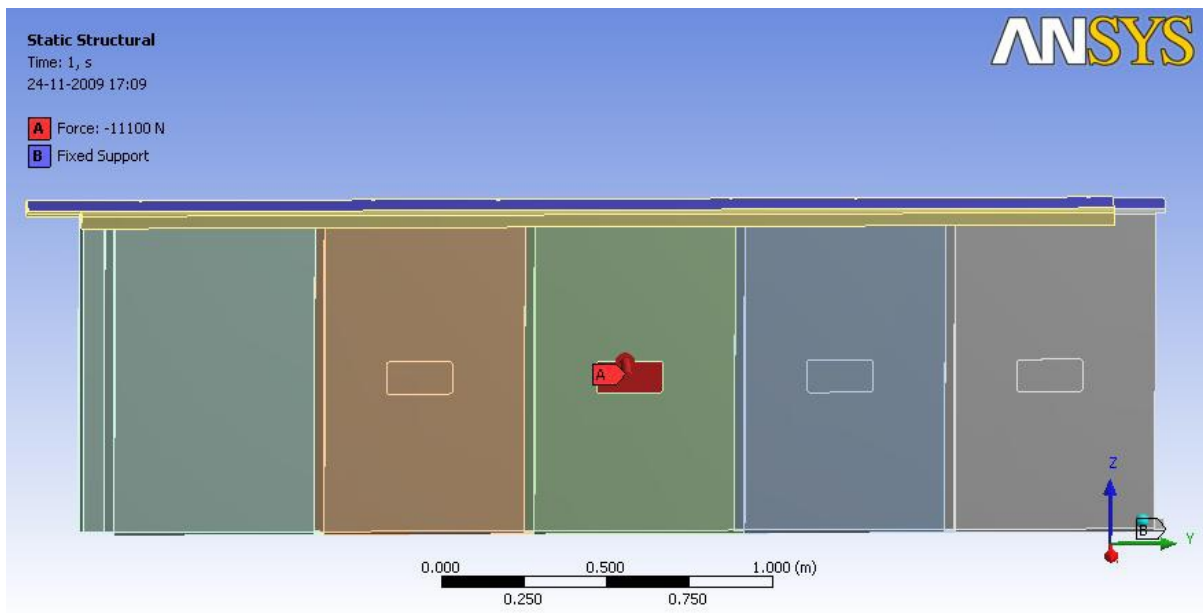
## 12 Finite Element Analyse

### ANSYS

Finite element metoden er en numerisk metode, som med stor fordel kan anvendes til at beregne spændinger i tragten. Når man anvender metoden, genereres et ofte meget stort antal (mange hundrede tusinde) lineære ligninger, med et tilsvarende antal ubekendte. Er man usikker på om resultatet er troværdigt, kan man hæve relevancen og se om spændingerne er nogenlunde de samme. Det bør de være. Finite element programmet, der er benyttet, er ANSYS Workbench.

Når man anvender Finite element metoden, forenkler man oftest konstruktionen, samt gør det muligt at påføre en kraft på ønskede flader.

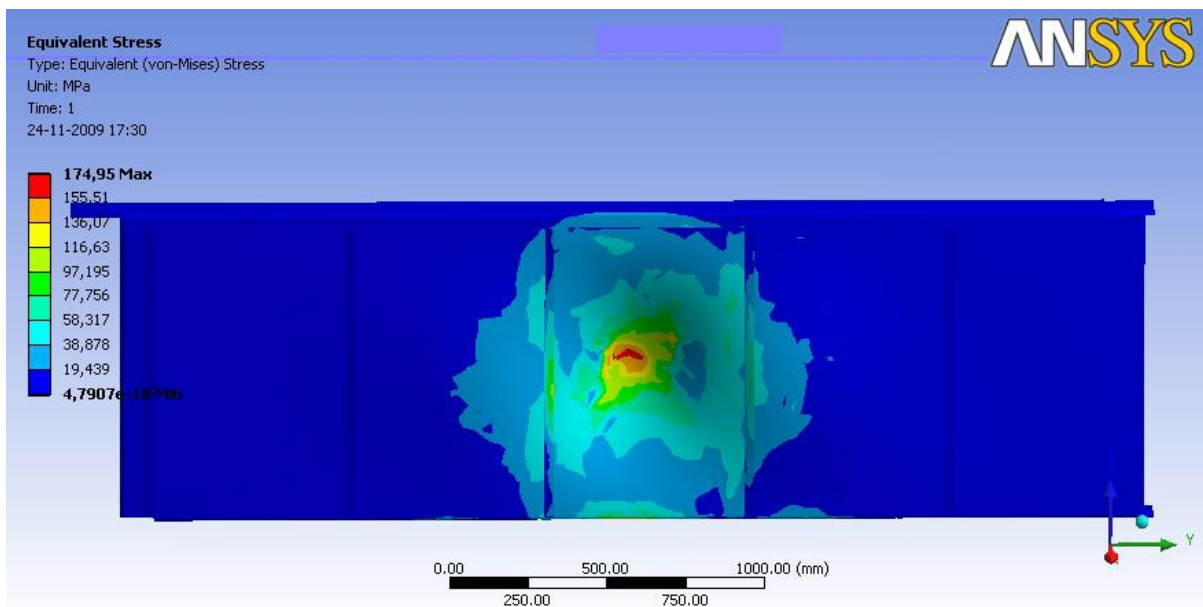
Som det ses på figur 23, er der i dette tilfælde anvendt den ene langside. Der er ekstruderet en lille forhøjning i materialet i midten af modulet for at kunne påføre kraften. Langsiden er fast understøttet i bunden, siderne og i toppen.



Figur 23 Belastning påført samt fast indspændt

## 12.1 Von Mises

Von-Mises spændingen skal være under flydespændingen for materialet S235, derved flyder materialet ikke.  $S$  angiver, at materialet er konstruktionsstål.



Figur 24 Von-Mises-spændingen

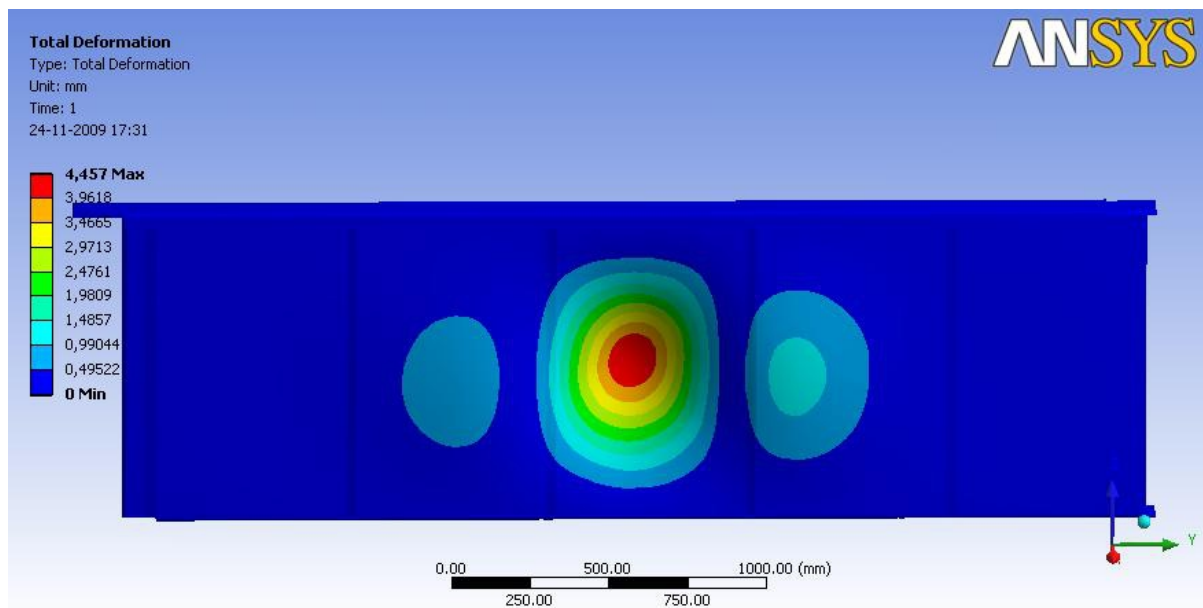
Påføres ANSYS-modellen en belastning på 11.1 kN, findes følgende resultat for Von Mises-spændingen:

- 175 MPa



Der er således en sikkerhedsfaktor på 1.3. Taget i betragtning at der i forvejen i de 11.1 kN er indregnet en sikkerhedsfaktor på 1.8, vurderes det, at materialet vil kunne holde til belastningen.

## 12.2 Deformation



Figur 25 Total deformation

Det ses, at størrelsen ved en total deformation er max.4.5 mm.

## 13 Styring

Service medarbejderen anvender servicedøren for at vedligeholde maskinen. Sikkerheden for medarbejderen er afhængig om døren er åben eller lukket. Derfor er det nødvendigt at implementere styringsprogrammet således, at maskinen ikke kan startes fra hovedkontakten, når servicedøren er åben og vedligeholdelse er i gang.

For at sikre, at døren ikke åbnes med en fjernbetjening, mens maskinen kører, er der placeret en sensor på døren. Den afbryder strømmen fra hovedkontakten, når døren åbnes. Maskinen vil derfor ikke kunne starte, selvom en anden skulle tænde for hovedkontakten.

Denne styring af døren gør, at service medarbejderen er i sikkerhed, når han udfører sit arbejde.

### 13.1 Valg af motorer

Det antages, at en acceptabel tid for at åbne døren  $90^0$  er ca. 5 sek. Kapaciteten som motoren skal overkomme, vurderes til at være maks. 100 kg. Derudover skal driftstemperaturen være  $-20^0$  - ca.  $40^0$ .

Til at åbne/lukke døren er valgt<sup>32</sup>:



Figur 26 Motor

- Wel-Sprint fra MBM A/S
- Kapacitet 100 kg x 1m
- Åbningstid 3s /  $90^0$
- Dimension 80x90x450
- Driftstemperatur  $-20^0\text{C}$  til  $+55^0\text{C}$
- Inkl. knækarm

Til låsemekanismen er valgt<sup>33</sup>:



Figur 27 Aktuator

- Elektrisk lineær aktuator LA12 fra Linak Danmark A/S

---

<sup>32</sup> Bilag 12: MBM A/S – Sprint motor. Kilde: <http://www.mbm-skive.dk/>

<sup>33</sup> Bilag 13: Linak Danmark A/S Aktuator LA12. Kilde: <http://www.linak.dk/Produkter/?id3=535>

- 
- Slaglængde 40-130mm i intervallet 30mm
  - Dimension 50x85x255
  - Driftstemperatur  $-20^{\circ}\text{C}$  til  $+40^{\circ}\text{C}$

### 13.2 Kontrolberegning af stang til låsemekanisme

Der tages udgangspunkt i et rundstål S355J2 16 mm fra Sanistål. Det undersøges, om det kan holde<sup>34</sup>.

$$P_{cr} := \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{L^2}$$

Kilde: Mechanics of materials 6 udgave  
side 673 (13.5). Fig.13.4 side 670 (b).

$$P_{cr} = 1.852 \times 10^4 \text{ N}$$

**Det betyder, at stangen kan klare en kraft på 18520N, før den udbøjer.**

Sikkerhedsfaktoren beregnes:

$$S_{søjleknækning} := \frac{P_{cr}}{F_s}$$

$$S_{søjleknækning} = 6.174$$

**Beregningerne viser, at der er en sikkerhedsfaktor på 6 >> OK!**

Vælges der i stedet rundstål M10, bliver sikkerhedsfaktoren under 1, hvilket er for lidt.

$P_{cr}$  skaber en spænding i stangen. Der undersøges, hvorvidt spændingen er mindre end flydespændingen for materialet.

$$\sigma_{cr} := \frac{P_{cr}}{A}$$

$$\sigma_{cr} = 9.212 \times 10^7 \text{ Pa}$$

**Da 92 < 355 >> OK!**

Der kan ikke vælges rundstål med en lavere flydespænding eksempelvis S235 pga. krav til materialet om, at det skal kunne holde til -20<sup>0</sup>.

---

<sup>34</sup> Bilag 14: Mathcad- Kontrolberegning for stang til låsemekanisme, samt bilag 14.1 Rundstål fra Sanistål.  
Kilde: <http://www.sanistaal.dk/da/produkter/produktkatalog.html>

### 13.3 Ladderdiagram

Der er udarbejdet et ladderdiagram til styring<sup>35</sup>.

Døren styres ved hjælp af en fjernbetjening. FB (Fjernbetjening) er NC (normally closed), når maskinen er i gang. På den måde er FB inaktiv, selvom en person trykker på FB knappen. Aktuatorens vil ikke aktiveres, fordi der ingen forbindelse er. En forudsætning for at FB bliver aktiv, er, at maskinen er stoppet. FB er aktiv når M (Neddeler maskinen) er stoppet.

#### 13.3.1 Åbning

(FB) sender signalet til MV (Magnetventil), som er indbygget i aktuatoren. Dette bevirker, at aktuator-stangen spoles eller trækkes tilbage. Aktuatorens har en sensor, der modtager signalet fra FB. Først når stangen er helt oppe, går dørmotoren i gang. Der er 3 sekunder delay (forsinkelse) på aktuatorens sensor.

Dvs. at det tager 3 sekunder indtil hele stangen er ude af 'låsen' og døren begynder at åbne. Meningen med dette er, at stangen og døren skal ikke åbnes på samme tidspunkt. Dørmotorens åbningstid er også 3 sek.

#### 13.3.2 Lukning

Processen er det samme som for åbning, men i modsat rækkefølge. Her sendes signalet til døren først. Aktuatorens sensor er inaktiv (NC). Døren begynder at lukke. Når døren er helt lukket, vil den sensor som sidder på døren sende signal til aktuatoren, som begynder at sænke stangen (spole frem). Når stangen er sænket, er døren låst. Nu kan maskinen startes igen, hvis det ønskes.

## 14 Produktdokumentation

Den endelige konstruktion af modulopbygget tragt med automatisk servicedør, som samles med mindst mulig brug af svejsning præsenteres på opslags-/samlingstegninger.

Der er udarbejdet en tegningsoversigt<sup>36</sup>. Tegningsoversigten fungerer som et godt supplement til samlingstegning; 4000S med 4 lige sider og opslagstegning; låsemekanisme, da den giver et overblik over hele konstruktionen og dens opbygning. Samlingstegning 4000S med 4 lige sider indeholder desuden en vægtberegning af hele konstruktionen.

---

<sup>35</sup> Bilag 15: Ladderdiagram

<sup>36</sup> Bilag 26: Tegningsoversigt

## 15 Illustration af den endelige konstruktion

I dette afsnit illustreres den endelige konstruktion. Der henvises til opslag- og samlingstegninger, samt de enkelte produktionstegninger, hvis udspecificering ønskes.

### 15.1 Moduler

Der er 10 forskellige moduler i alt, hvoraf nogle enkelte vises her.

Modulerne til den endelige konstruktion har fået mere afstivning og tilpasset buk i henhold til beregninger og kapaciteten på kantbukkere hos Tora A/S.



Figur 28 Modul Nr. 71 02 01

Modulerne på den forreste kant på tragten er lavere end de andre, så f.eks. en gummihjulslæsser bedre kan læsse affald i tragten.



Figur 29 Modul Nr. 71 04 02

## 15.2 U-profiler

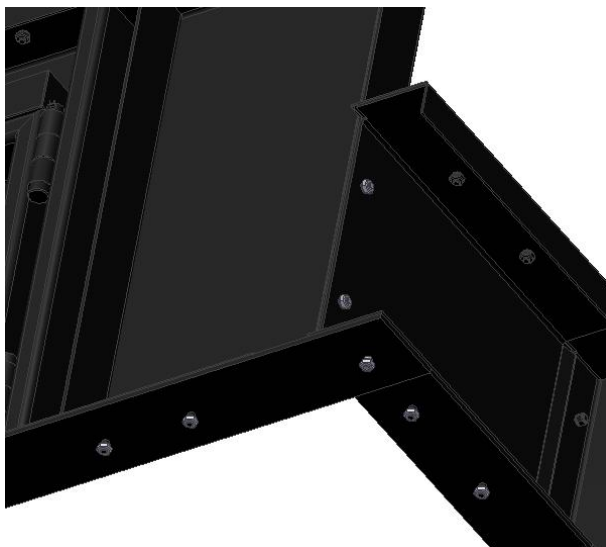
U-profiler øverst samler og styrker konstruktionen. Der er 4 forskellige. Et på hver side.



Figur 30 Kortsider Nr. 71 03 00

## 15.3 Fladjern

Der er fladjern i bunden ligeledes for at styrke tragten og samle modulene. Der er to forskellige.



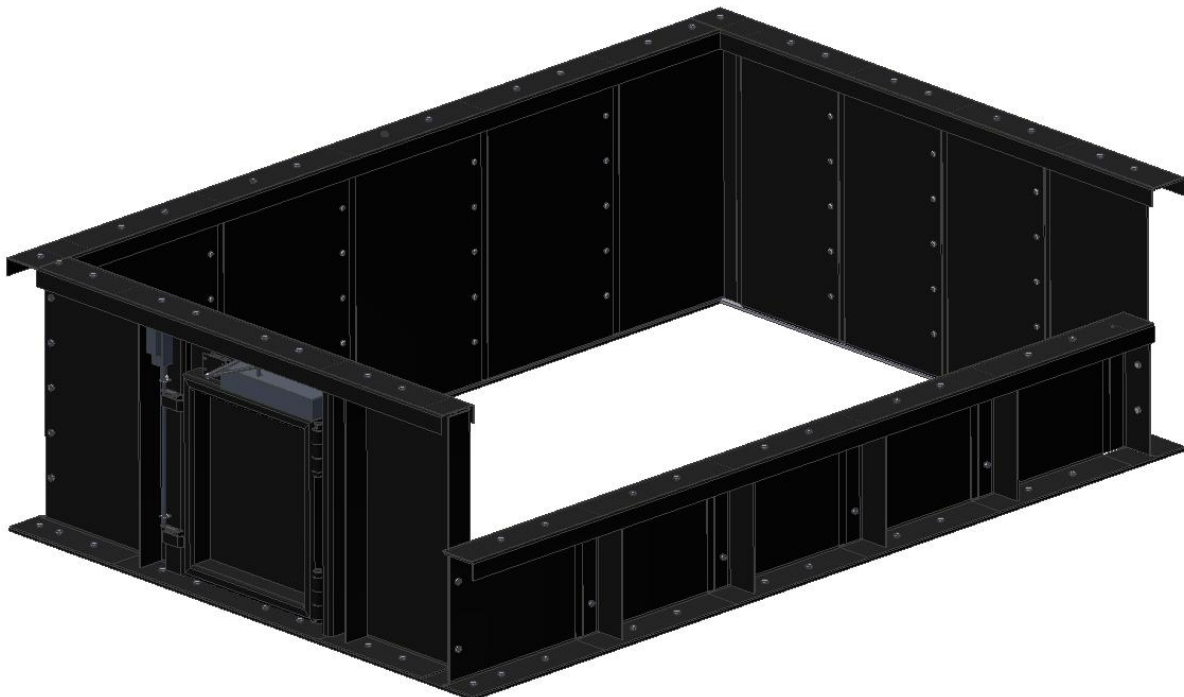
Figur 31 Fladjern Nr. 71 01 08 og Nr. 71 02 04.

#### 15.4 Servicedør inkl. låsemekanisme



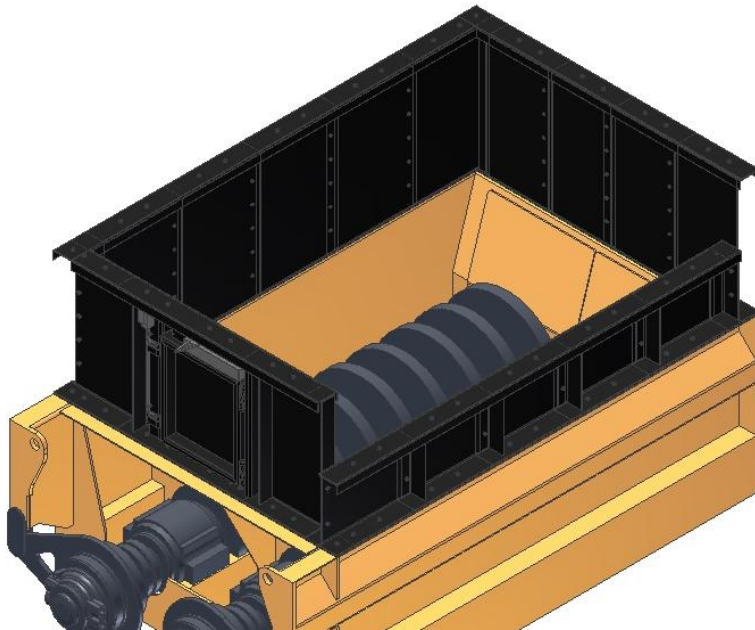
Figur 32 Kortsider Nr. 71 01 00

#### 15.5 4000S 4 lige sider



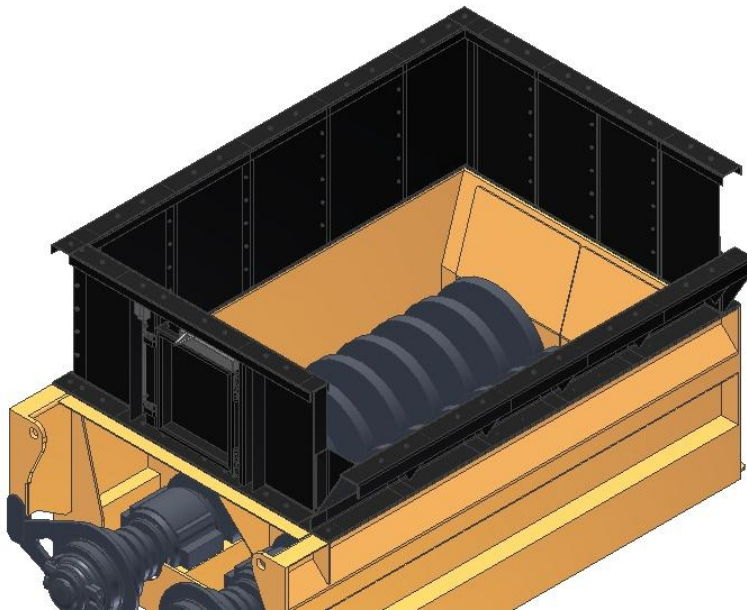
Figur 33 4000S 4 lige sider Nr. 71 00 00





Figur 34 4000S 4 lige sider Nr. 71 00 00 på skærebord

## 15.6 4000S Skrå side



Figur 35 4000S Skrå side Nr. 72 00 00

### 15.7 4000S Skrå overbygning

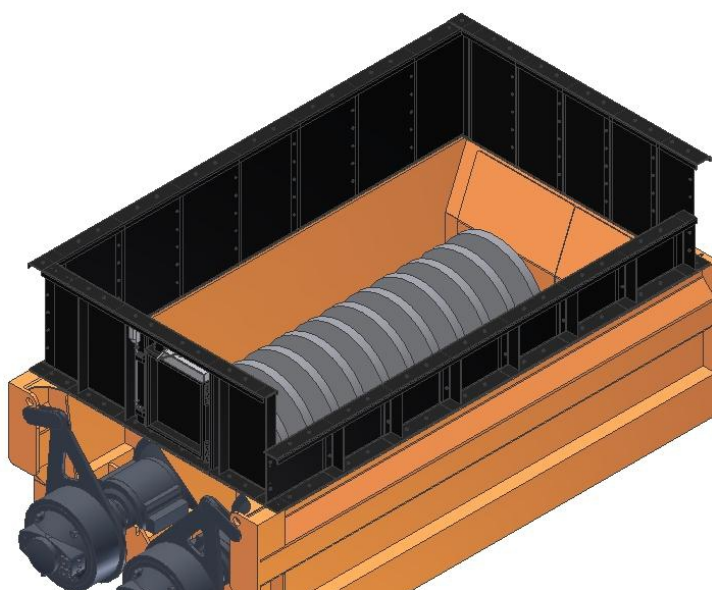


Figur 36 4000S Skrå Overbygning Nr.74 00 00

### 15.8 6000S 4 lige sider

Herunder præsenteres, hvordan man ved at tilføje moduler kan udbygge 4000S til 6000S.

Tilsvarende vil der kunne fjernes moduler, hvorefter man har 1000S.



Figur 37 6000S 4 lige sider Nr. 74 00 00

## 16 Sikkerhed

### Det nye Maskindirektiv 2006/42/EF

Der arbejdes i henhold til det nye maskindirektiv 2006/42/EF. Direktivet er implementeret i dansk lovgivning ved arbejdstilsynets bekendtgørelse nr. 612 af 25. juni 2008 om indretning af tekniske hjælpemidler. Direktivets anvendelsesområde er ændret og tydeliggjort og der er nye definitioner af maskiner. Det nye maskindirektiv 2006/42/EF er vedtaget og træder i kraft fra d.29. december 2009. Det er valgt at arbejde i henhold til det nye maskindirektiv, da tragten tidligst vil blive produceret i 2010, hvor det nye direktiv er gældende.

### 16.1 Maskine

Allerførst undersøges, hvorvidt der er tale om en maskine eller ej.

Tragten kategoriseres som en maskine i det øjeblik, den monteres på skærebordet i henhold til maskindirektivet-2006/42/EF, artikel 2;

#### *Artikel 2*

##### **Definitioner**

I dette direktiv betegner »maskine« de produkter, der er anført i artikel 1, stk. 1, litra a)-f).

Følgende definitioner finder anvendelse:

#### a) »maskine«

— en samling af indbyrdes forbundne dele eller komponenter, hvoraf mindst en er bevægelig, forsynet med eller beregnet til at blive forsynet med et andet drivsystem end den menneskelige eller animalske kraft anvendt direkte, og samlet således, at de er indbyrdes forbundne med henblik på en nærmere fastlagt anvendelse.

Da det forudsættes, at tragten vil være placeret på skærebordet, når den skal anvendes, vælges der at analysere tragten som værende en maskine.

### 16.2 Risikovurdering

I forbindelse med tragten sikkerhed, er der udarbejdet en risikovurdering<sup>37</sup> for de farligste hændelser ved brug. Risikovurderingen er udarbejdet i henhold til det nye maskindirektiv 2006/42/EF bilag I. I maskindirektivets bilag I, indledende bemærkninger er anført, at fabrikanten skal vurdere de mulige farer med henblik på at identificere alle farerne ved den pågældende maskine. Maskinen skal derefter konstrueres og fremstilles under hensyntagen til denne vurdering.

---

<sup>37</sup> Se bilag 16: Risikovurdering

Det vurderes, at risikoen for uheld er størst, hvis en person skulle falde ned i tragten, mens maskinen kører og formodes ikke at ske, da alle der arbejder på pladser/anlæg med affaldsneddelere, er bevidste om/bør være bevidste om, at man ikke skal opholde sig i nærheden af tragten, mens maskinen kører. Dette gælder også eventuelle gæster, der skal se en demonstration af maskinen.

Den farligste situation vurderes til at være, hvis maskinen begynder at køre, mens der udføres serviceeftersyn eller fjernes fastsiddende affald – derfor udarbejdes en risikovurdering for denne situation.

Der vil også være en risiko for at få klemt fingre/arme/ ben i døråbningen. For det tilfælde udarbejdes der også en risikovurdering.

### **16.3 Sikkerhed i forhold til brugeren**

Ved konstruktion af tragten, er der taget højde for sikkerheden i forhold til brugeren.

Tragten er konstrueret således, at maskinen kan fungere og vedligeholdes uden at personer udsættes for fare, forudsat at gældende regler overholdes.

Personer der skal udføre service på skærebord/knive eller fjerne fastsiddende affald, skal have kendskab til omgang med maskinen/brugen af den elektroniske servicedør. De skal være informeret om, at slanger til værktøj eller lignende skal ligge i klemme i servicedøren, så denne står åben i al den tid opholdet i tragten står på og først lukkes, når arbejdet er udført og tragten forlades. Elektriske dele skal være afskærmet, så man ikke kan få stød. Er tragten placeret et farligt sted, skal servicemedarbejderen bære det rette sikkerhedsudstyr ved service på tragten.

Dørens låsemekanisme fungerer som yderligere sikkerhed. Når stangen er oppe, er døren åben og modsat, når stangen er nede, er døren lukket. Først da er maskinen aktiv og kan startes ved at trykke på hoved kontakten.

I henhold til (maskindirektivet 1.2.1) vil fejl i selve motoren eller aktuatorens software ikke påvirke maskinens andre dele.

Anvendte kabler skal være egnet til al slags vejlr.(Maskindirektivet 1.2.2 side 15).

Maskinen er sikret mod at kunne sættes i gang ved en fejltagelse. Al forbindelse er afbrudt, når døren er åben<sup>38</sup>. Hvis den ene motor/aktuator er ud af drift, vil den anden heller ikke virke. Det sikrer, at døren forbliver lukket, selvom aktuatoren har åbnet låsen og holder op med at virke.

Der skal være en manuel kontakt for at sikre, at døren ikke kan åbnes ved fejl i styresystemets logik. Kontakten skal placeres i hovedboksen, hvor alle andre kontakter er. Kontakten virker ikke, hvis maskinen er i gang<sup>39</sup>.

*(For totalt at umuliggøre, at en person kan starte maskinen, mens en person opholder sig i tragten, kan man evt. 'indespærre' hovedknappen og sætte en hængelås på. Vedkommende, der er i tragten, bærer nøglen på sig, hvilket gør det umuligt for andre at trykke på hovedknappen eller på anden måde starte maskinen).*

### 16.3.1 Nødstop

Maskinen er udstyret med 5 nødstop knapper. En på Power Pack'en og 4 på chassiset. Styringssystemet til servicedøren skal kobles sammen med maskinens nødstopfunktion i henhold til det nye maskindirektiv 2006/42/EF bilag I punkt 1.2.4.4., således at maskinen stopper i det øjeblik servicedøren åbnes.



Figur 38 Nødstop knap

På ladderdiagrammet<sup>40</sup> er der 2 nødstopknapper i henhold til maskindirektivet (1.2.2 side 15).

### 16.4 Selvgodkendelse

Risici taget i betragtning anses maskinen stadig for at være farlig, især ved ikke korrekt brug. I tilfælde af produktion skal der søges speciel-tilladelse hertil.

### 16.5 Mærkning

En maskine skal i henhold til det nye maskindirektiv 2006/42/EF bilag I punkt 1.7.3 være forsynet med følgende oplysninger på en måde, så de er tydelige og ikke kan fjernes:

- Fabrikantens navn og adresse

<sup>38</sup> Bilag 15: Ladderdiagram

<sup>39</sup> Bilag 15: Ladderdiagram

<sup>40</sup> Bilag 15: Ladderdiagram

- CE – mærket som omfatter fremstillingsåret (jf. bilag III i det nye maskindirektiv 2006/42/EF)
- Specifikation af serie eller typebenævnelse
- Eventuelt serienummer

CE- mærket (*figur 39*) er det synlige bevis på, at EU's regler for maskiner er opfyldt. CE-mærkningen kræver, at fabrikanten overholder alle relevante direktiver. Fabrikanten har ansvaret for maskinens indretning og CE-mærkning. Fabrikanten er normalt den samme som den, der har fremstillet maskinen. Men det kan også være importøren eller andre.

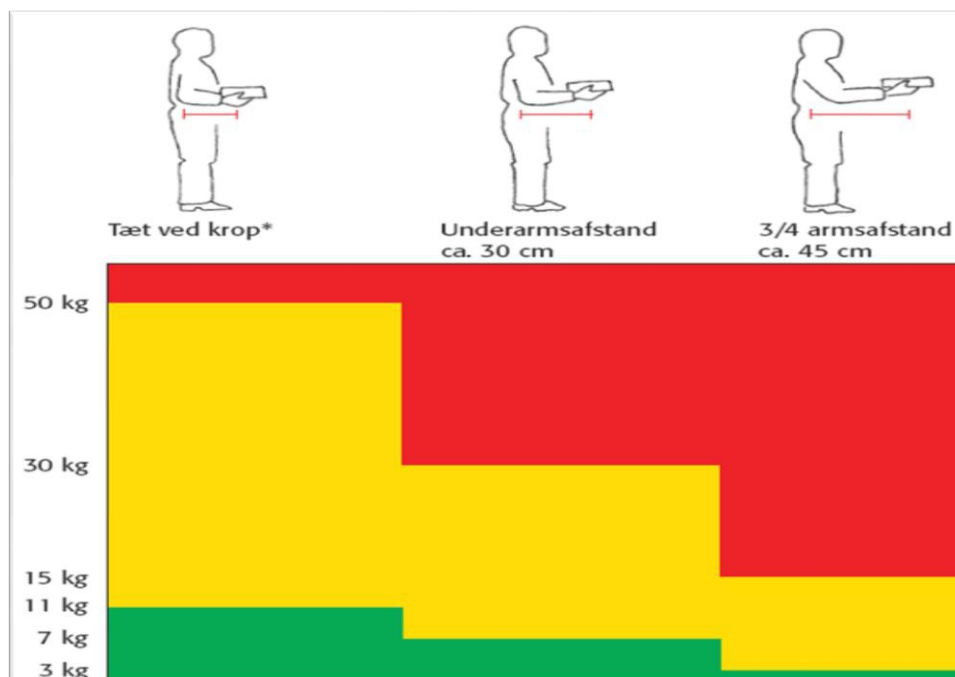
I dette tilfælde er det Metso Denmark A/S.



Figur 39 CE mærke

## 16.6 Sikkerhed under montage

Selve montagen skal foregå i henhold til arbejdsmiljøregler for manuel håndtering<sup>41</sup>.



Figur 40 Skema til vurdering af byrdens vægt i relation til rækkeafstanden

<sup>41</sup> Se figur 40



Ifølge arbejdsmiljøloven er det tilladt at løfte:

- Ca. 10 ton pr. dag for løft tæt ved kroppen
- Ca. 6 ton pr. dag for løft i underarmsafstand
- Ca. 3 ton pr. dag for løft i  $\frac{3}{4}$  armafstand
- Det samlede antal må ikke overskride 100 pct.
- Vægten af byrder ved to-personers løft må maksimalt udgøre ca.70 pct. af, hvad den enkelte ellers kunne løfte

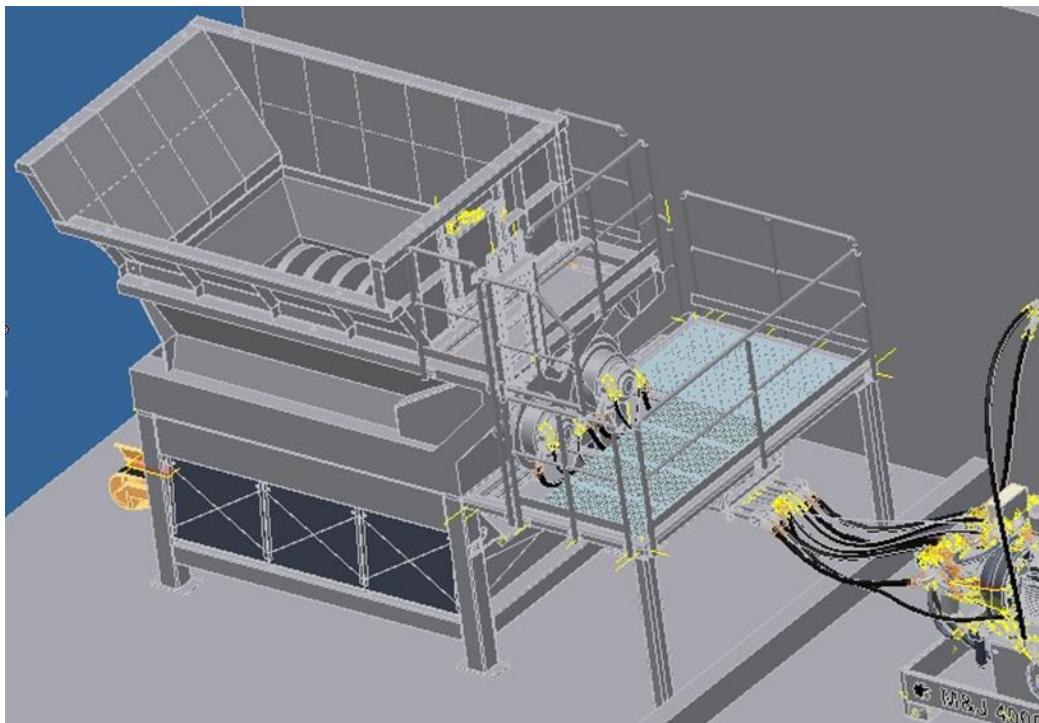
Det tungeste modul vejer:

- 46,4 kg

og måler:

- 1m x 635 mm

I de fleste tilfælde bygges der en platform omkring skærebordet, der bruges til service, rengøring osv. Herfra kan modulerne nemt monteres. Bygges der kun en platform i den ene ende, hvor servicedøren er, som illustreres på figur 41, eller bygges der slet ingen platform,



Figur 41 Platform ved servicedør

skal der anvendes et letvægtsrullestillads (*figur 42*). Fra den 15. juli 2006 er det lovpligtigt, at alle som opbygger og nedtager bukke- og rullestilladser i Danmark, skal have gennemført et stilladskursus ved opbygning og nedtagning af stilladser over 3 meter<sup>42</sup>.



Figur 42 Eksempel på letvægtsrullestillads

Afhængig af hvor højt oppe tragten skal samles, kan der anvendes montagekran eller gaffeltruck (*figur 43*) til at løfte modulerne op i den rette højde. Montagekran anvendes ligeledes til at løfte dørmodulet på plads.



Figur 43 Montagekran og Gaffeltruck

<sup>42</sup> Kilde: <http://www.faraone.dk/firmaprofil.htm>



## 17 Montagevejledning

*Der henvises til bilag 17 for montagevejledning.*

### Anbefaling

Det anbefales, at der bores huller i skærebord efter mål på fladjern, som passer til huller på modulerne, før skærebordet afleveres til kunden, for at sikre korrekt montage.

## 18 Miljøanalyse

Der ses på, hvilken betydning det har i store træk både arbejdsmiljømæssigt og for det eksterne miljø, hvis firmaet vælger en modulopbygget tragt frem for den nuværende tragt.

### 18.1 Arbejdsmiljø

#### Hvor er problemet?

Ved MAG-svejsning<sup>43</sup> dannes der luftforurenende stoffer i form af røg og gasser og optisk stråling her i blandt O<sub>3</sub> (ozon) og CO (kultveilte). For at minimere påvirkninger fra svejseprocessen anvender man typisk specialhjelme, udsugningsanlæg/filtre som indfanger svejserøgen m.m. Ozon kan kun opfanges effektivt med lavtryksudsugning, der har en meget større gribezone end højtryksudsugning<sup>44</sup>. Ozon dannes i en kugle rundt om lysbuen i op til en meters afstand og er meget usundt at indånde.

Gasser kan ikke som røg ses med det blotte øje, men de fleste svejsere kender den karakteristiske lugt af ozon. Ozon påvirker bl.a. slimhinderne hovedsagligt i lungerne. Til sammenligning er TWA (Time Weighted Average), den højst tilladte gennemsnitsmængde af et luftforurenende stof<sup>45</sup> man må indånde i løbet af en arbejdsdag for ozon 0.1 ppm., hvilket er 250 gange mindre end for kultveilte, som er 25ppm/arbejdsdag. Ozon -emission nedbrydes dog meget hurtigt – ca. 1 minut efter man har stoppet med at svejse vil det være nedbrudt.

Kultveilte er et af de mest almindelige luftforurenende stoffer og en farveløs, lugtfri gas. Kultveilte er yderst giftig, idet det kan erstatte ilt i blodets hæmoglobin og give træthed m.m.

<sup>43</sup> Industriens Branchearbejdsmiljøråd: Arbejdsmiljø ved svejsning-Gode løsninger.

<sup>44</sup> Industriens Branchearbejdsmiljøråd: Arbejdsmiljø ved svejsning-Gode løsninger.

<sup>45</sup> AGA: Håndbog om beskyttelsesgas

Forureningsdannelsen over denne type svejseproces kan ses i nedenstående<sup>46</sup> figur.

Proces	Røg	Ozon	Nitrøse gasser	Carbonmonoxid
MAG svejsning med massiv tråd	XX	X(XX)	(X)	(X)

X: Relativ lav forureningsdannelse. Normalt uden væsentlig arbejdshygiejnisk betydning.  
Bidrager til den samlede forurening.  
XX: Betydelig forureningsdannelse  
XXX: Kraftig forureningsdannelse  
( ): Variationsområde

Figur 44 Oversigt over forureningsdannelse

### Anbefaling

Ved at anvende beskyttelsesgas som er tilsat NO, kan ozon i svejsezonen reduceres effektivt.

Dog er forureningsdannelsen af ozon i henhold til figur 37 relativ lav.

Skulle Metso Denmark A/S alligevel ønske at anvende en sådan beskyttelsesgas, anbefales MISON-beskyttelsesgas fra firmaet AGA, da udvalget af MISON –beskyttelsesgasserne er udviklet specielt med henblik på at reducere ozonemissionen.

### Delkonklusion

Alle svejseprocesser er forbundet med sundhedsfare for svejseren. Ved at anvende en modulopbygget tragt kan svejseprocessen nedskæres<sup>47</sup> med næsten 98 %. Det ses som en stor fordel rent arbejdsmiljømæssigt.

## 18.2 Det eksterne miljø

Her er problemet hovedsagligt CO<sub>2</sub>-udledningen under transport af tragten, men mange andre faktorer gør sig gældende. I det følgende ses på CO<sub>2</sub>-udledning under transport af tragte til en given destination i verden, transport af gasflasker med beskyttelsesgas og CO<sub>2</sub> emission ved antal kWh i henhold til svejsetiden. I beregningerne er der ikke taget højde for transport af stål fra Sverige til Danmark, som også har en betydning for den endelige vurdering.

## 18.3 CO<sub>2</sub>-udledning under transport

Ofte fragtes tragte med skib over Atlanten til USA og her er det volumen, som har betydning. Ved transport af en modulopbygget tragt vil tragtens volumen være mindre end ved den nuværende og jo lavere volumen jo lavere brændstofforbrug.

<sup>46</sup> Industriens Branchearbejdsmiljøråd: Arbejdsmiljø ved svejsning-Gode løsninger.

<sup>47</sup> Se bilag 18: Miljøanalyse-beregninger

Volumens størrelse er ikke inkluderet i følgende beregninger<sup>48</sup>, som er foretaget alene ud fra tragtens vægt. *For vægt af modulopbygget tragt henvises til samlingstegning bilag 28: 4000S 4 lige sider.*

Den nuværende tragt udleder:

- 3970 kg CO<sub>2</sub>

En modulopbygget tragt udleder:

- 3175 kg CO<sub>2</sub>

Nuværende tragt udleder således 795 kg CO<sub>2</sub> mere end en modulopbygget tragt vil gøre. Hertil kommer CO<sub>2</sub>-udledningen fra transporten af selve gasflaskerne. Det undersøges, hvorvidt denne transport gør en nævneværdig forskel.

Til nuværende tragte hos Metso Denmark A/S anvendes CO<sub>2</sub>-svejsning (MAG) med massiv tråd. Ved MAG-svejsning tilsættes bl.a. den aktive gas CO<sub>2</sub>, som udgør en kemisk aktiv del af svejseprocessen. MAG-svejsning kaldes derfor ofte CO<sub>2</sub>-svejsning. Blandingen af beskyttelsesgas, der anvendes hos Metso Denmark A/S, indeholder 18 % CO<sub>2</sub> og 82 % argon. For at få en idé om, hvor mange gasflasker der anvendes til henholdsvis den nuværende og den modulopbyggede tragt, er forbruget af aktiv gas beregnet<sup>49</sup>.

Forbruget af aktiv gas i forbindelse med svejsning af nuværende 4000 S tragte og modulopbygget tragt beregnes ud fra den reelle svejsetid, som beregnes ud fra, hvor mange antal m, der svejses i alt. Svejseværkstedet hos Metso Denmark A/S har oplyst, at til nuværende 4000S tragte svejses i gennemsnit 150m, hvilket giver en reel svejsetid på 10 timer.

Til en modulopbygget tragt er den reelle svejsetid 15 min beregnet ud fra 3.7 m svejsning.

*Beregning af antal m, der skal svejses, er udført i henhold til bilag 30:Svejsning.*

<sup>48</sup> Se bilag 18: Miljøanalyse-beregninger. Kilde: <http://www.itd.dk/Miljo/Em.aspx?ID=168>

<sup>49</sup> For mere detaljerede beregninger se bilag 17: Miljøanalyse-beregninger

### Der fås følgende resultater:

Nuværende tragt:

$$900 \cdot 10 = 9000 [L / \text{nuværende tragt}]$$

Der anvendes 9000 L ( $9\text{m}^3$ ) aktiv gas/ modulopbygget tragt.

Modulopbygget tragt:

$$15L \cdot 15 \text{ min} = 222 [L / \text{modulopbygget tragt}]$$

Der anvendes 222 L ( $0.2\text{m}^3$ ) aktiv gas/ modulopbygget tragt.

Der anvendes gasflasker fra Air Liquide. En 60 kg gasflaske rummer  $12 \text{ m}^3$  aktiv gas, dvs. transporten af gasflasker udgør ikke nogen større forskel i denne sammenhæng.

#### 18.4 CO<sub>2</sub>-udledning i henhold til svejsetimer

Når vi bruger el, udleder vi CO<sub>2</sub>. Der ses på, hvor meget CO<sub>2</sub> virksomheden udleder, hver gang en tragt bliver svejst sammenholdt med, hvor meget udledningen vil være ved svejsning af en modulopbygget tragt.

##### Nuværende tragt:

I henhold til energistatik<sup>50</sup> 2008 vil 10 timers svejsning med en maskine, som er justeret til 29 V og 250 A udlede:

- 40 kg CO<sub>2</sub>

##### Modulopbygget tragt:

Tilsvarende vil 15 minutters svejsning udlede:

- 1 kg CO<sub>2</sub>

---

<sup>50</sup> Kilde: <http://ens.netboghandel.dk/PUBL.asp?page=publ&objno=16335040> (Side 3).

## Delkonklusion

På baggrund af miljøanalysen er den endelige vurdering, at virksomheden kan sænke deres bidrag til udledning af drivhusgassen CO<sub>2</sub> med 1000 kg pr. tragt, hvis der vælges en modulopbygning fremover.

For at sætte tingene i perspektiv har '1 ton mindre kampagnen fra Klima og Energiministeriet' siden marts 2007 engageret danske familier i at nedbringe deres udslip af CO<sub>2</sub> til gavn for klimaet og opfordret dem til at spare 1 ton CO<sub>2</sub> på et år.

For at give en idé om, hvor meget 1 ton CO<sub>2</sub> fylder, vises nedenstående illustration<sup>51</sup> fra Klima og Energiministeriets 1 ton mindre – kampagne:



Figur 45 Så meget fylder 1 ton CO<sub>2</sub>

## Anbefaling

Ønsker firmaet at bidrage effektivt til at nedbringe udslippet af CO<sub>2</sub>, anbefales det, at der vælges modulopbyggede tragte fremover.

<sup>51</sup> Kilde: <http://www.1tonmindre.dk/klodeanim.asp?m=3>. Herfra kan beregninger for 'udregning af størrelse for den orange jordklode' downloades, hvis det ønskes.

## 19 Kostprisberegning

Det vurderes, at den samlede kostpris er rimelig realistisk, da forhandlerne/underleverandør er blevet forhørt angående priser ved enkeltstyksproduktion. Priserne vil formentlig kunne forhandles ved produktion af mere end 1 tragt. Priserne på NL12 er ved køb hos NORD-LOCK International AB i Sverige.

Kontakt person Sonny Halberg, Sales Engineer kan træffes på tlf. nr. +46 31 71 92 350.

### Pris i Dkr.

Benævnelse	Stk.	Pris	I alt
Dørmodul	1	3500	3500
Beslag inkl. ståldel til låsemekanisme	1	95	95
Moduler inkl. bukning, laserskæring, Stål S235J2 og efterbehandling til en 4000S tragt.	16	600	9600
Fladjern langside inkl. bearbejdning	2	430	860
Fladjern kortsider inkl. bearbejdning	2	285	
U- profil 978 kr/6 m + overfladebehandling	2	978	1956
Rundstål fra Sanistål	1	19,75	19.75
Svejsning i alt 15 min. svejsning forskellige steder inkl. samme tid til afgrænsning og håndtering, samt pris for materialer; svejsetråd m.m ca.60 kr.	1	450	450
Motor Welsprint	1	5700	5700
Knækarm	1	600	600
Aktuator LA 12	1	1008	1008
Bolte DIN 6914 M12*30 Pris 1075/100 stk.	52	10,75	559
Bolte DIN 6914 M12*40 Pris 1097/100 stk.	38	10,97	416,86
Møtrik DIN 6915	90	6	540
Bolte ISO 7380 M12*30	53	14,95	792,35
Møtrik DIN 934	53	5	265
NL12 Nord-Lock	290	4,82	1397,8

**Samlet pris for hele konstruktionen**

**24.145,-**

## **Delkonklusion**

Sammenlignes kostprisen med den nuværende tragts kostpris, afviger tallene ikke meget fra hinanden. Til gengæld er der i kostprisen for en modulopbygget tragt indregnet kostpris for automatisk servicedør.

Herudover kommer prisen til fragt, hvor man vil kunne opnå en bedre pris for fragt af en modulopbygget tragt pga. det mindre volumen, da modulerne vil kunne stables. Derfor vurderes det, at en modulopbygget tragt er konkurrencedygtig i prisen.

## **20 Fremtidigt forbedringsforslag**

### **Fiberline kompositmateriale**

Ved at anvende kompositmateriale i stedet for stål kan der opnås en betydelig vægtbesparelse. Fiberlines produkter<sup>52</sup> har en lav vægt kombineret med stor styrke.

Et kompositmateriale er defineret som et materiale, der er sammensat af mindst to forskellige materialer, som hver for sig ikke altid egner sig til konstruktionsformål, men som i kombination resulterer i et materiale med høj styrke og stivhed.

Produkter fremstillet hos Fiberline Composities A/S er armeret med E-glas i form af rovings og forskellige typer komplekst væv og måtter. Denne kombination giver Fiberline produkter

- Øget tværstyrke
- Øget forskydningsstyrke
- Øget bolteudtrækningskraft / hulrandsstyrke
- Bedre modstandsdygtighed mod langtidskrybning

Dette gør Fiberline produkter egnede til at kunne erstatte stål i konstruktioner. Til beskyttelse mod korrosion og deraf følgende forringelse af mekaniske egenskaber, anvendes eksempelvis en akrylmåtte, som placeres på hele profiloverfladen.

Et eksempel på, hvor man har erstattet stål med kompositmateriale, er Fiberline-broen ved Kolding i Danmark<sup>53</sup>.

---

<sup>52</sup> Kilde: <http://www.fiberline.dk/>

<sup>53</sup> Se figur 46.





Figur 46 Fiberline-broen ved Kolding

Broen beviser, at armeret plast er et godt alternativ til traditionelle konstruktionsmaterialer som stål, aluminium og beton.

Fiberline-broen er en af verdens største broer i plastbaseret komposit - og den første, der krydser en jernbanelinie, hvor der stilles særlige krav til sikkerhed, hurtig montage og minimal vedligeholdelse. Broen har en længde på 40 meter og vejer kun ca. 12 tons - under det halve af en tilsvarende stålbro. Bæreevnen på 500 kg pr. kvadratmeter tillader endvidere 5 tons kørende last (snerydningsmateriel, fejmaskiner etc.).

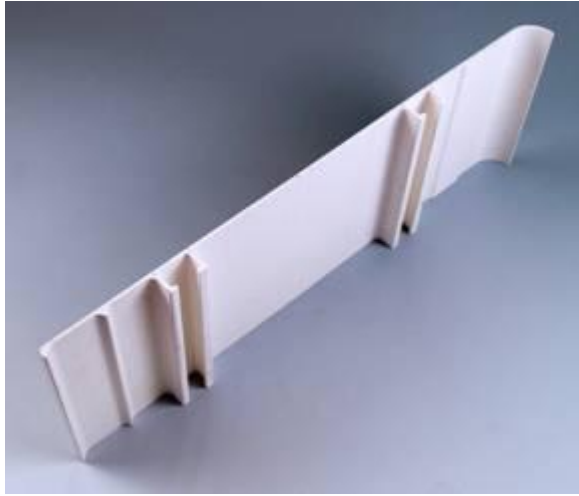
I forbindelse med undersøgelse af muligheder for fremtidig brug af Fiberline kompositmateriale til tragte er det efter samtale med Klaus Folkmann fra Fiberline Composites A/S blevet bekræftet, at dette er muligt, hvis designet af modulerne ændres, så de er bedre egnede til pultrudering. Pultrudering er den teknologi, der anvendes hos Fiberline Composites A/S.

Pultruderingsprocessen er en optimeret og mekaniseret fremstillingsmetode, der er yderst velegnet til fremstilling af glasfiberprofiler i større mængder.

Da pultruderingsprocessen er meget nøjagtigt styret, både hvad angår den kemiske proces og indstyringen af armeringen, opnår man en høj kvalitet med gode mekaniske egenskaber. Samtidig opnår man et godt arbejdsmiljø, da hele processen foregår i et lukket værktøj.



Herunder (*se figur 47*) vises eksempel på pultruderet profil fra Fiberline Composites A/S.



*Figur 47 Pultruderet profil*

Processen giver gode muligheder for at tilpasse profilegenskaber og profiludformning til konkrete behov.

### **Anbefaling**

Vi anbefaler Metso Denmark A/S at overveje at modulopbygge tragten i Fiberline kompositmateriale, da vi forudser, at den lave vægt vil betyde væsentlig lavere omkostninger til transport (mindre CO<sub>2</sub> udledning!), mindre vedligehold, lettere håndtering og montage.

Klaus Folkmann kan træffes på mail [kfo@fiberline.com](mailto:kfo@fiberline.com) eller på tlf.nr.70 13 77 13 for yderligere information.

## 21 Prototype

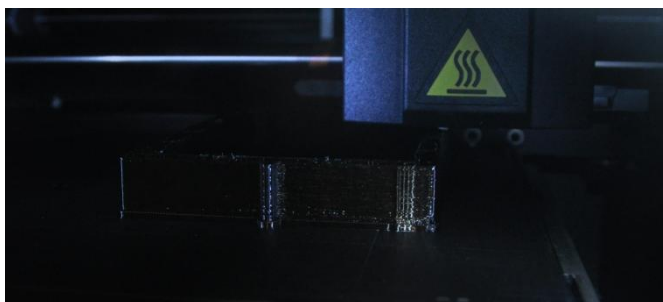
Der printes en prototype med 3D rapid typing af tragten '4000S 4 lige sider' for at se, om tragten ser ud i virkeligheden, som ønsket. I skrivende stund er det ikke muligt at konkludere, hvorvidt prototypen lever op til vores forventninger, da den endnu ikke er færdigprintet. Det tager 44 timer + afrensning at printe en prototype af denne størrelse.

Det forventes at have en klar prototype med til afgangseksamen.

Prototypen er printet i sort ABS plast i en Dimension SST (Soluble Support Technology) 1200 3D printer.



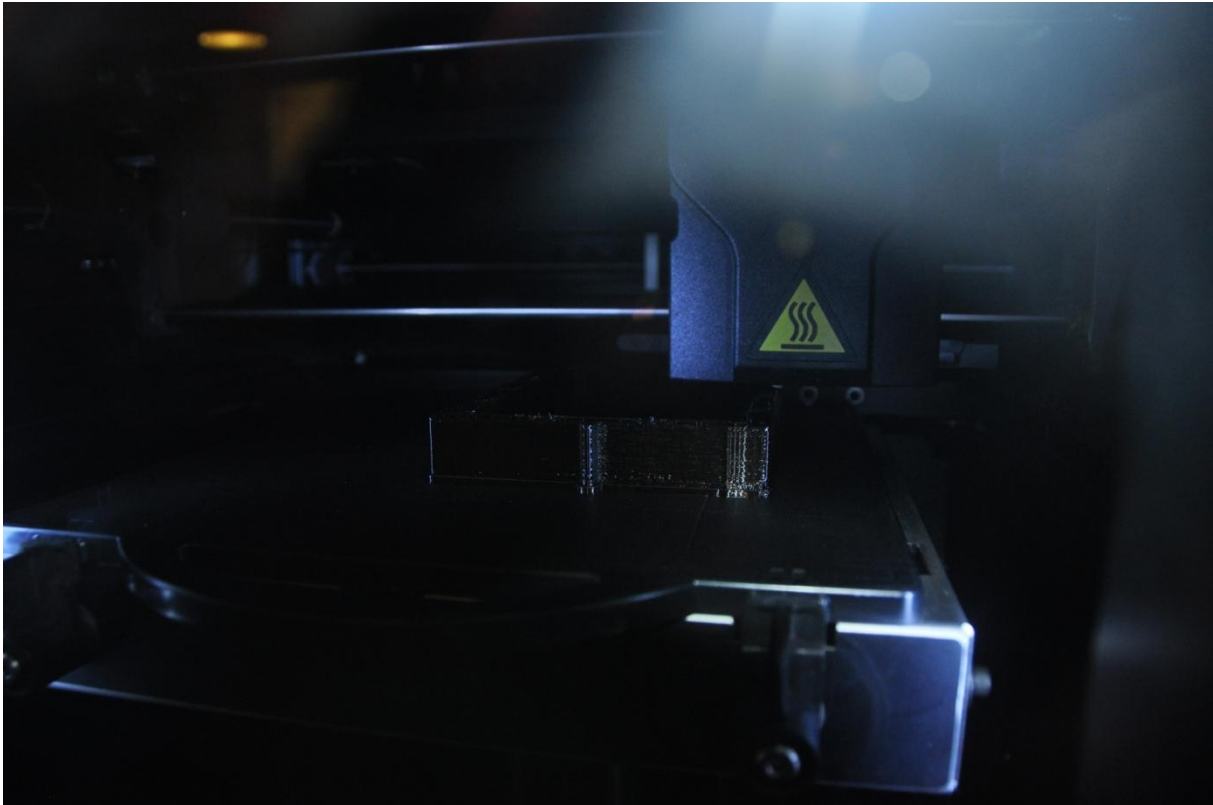
Figur 48 Dimension SST 1200 3D printer



Figur 49 Prototype i 3D printer

Her vises billeder af prototypen, hvor den er ved at blive printet. Sidder man ved en computer, kan den man se et større billede ved at klikke her:

- [Prototype i 3D printer](#)



*Figur 50 Prototype af tragt '4000S 4 lige sider'.*

## 22 Konklusion

Det er rapportens hovedkonklusion, at det gennemførte afgangsprojeKtforløb fuldt ud har levet op til vores målsætning om at udvikle en modulopbygget tragt med automatisk servicedør ud fra ønsker og krav fra virksomheden Metso Denmark A/S og efter vores eget tiltag med fokus på miljøet.

Resultatet af processen er en fuldstændig specifikation af tragten, som kan bruges som grundlag for produktion af produktet.

Det har været en god oplevelse at skrive afgangsprojeKt i samarbejde med Metso Denmark A/S og vi synes, at samarbejdet har været optimalt. Det har været meget motiverende for os at opleve det store engagement, som virksomheden har vist vores afgangsprojeKt.

Der har således undervejs været god kontakt til Metso Denmark A/S, som har været integreret i udviklingsfasen.

Vi har sikret, at bukkene på modulerne kan lade sig gøre hos virksomhedens underleverandør Tora A/S.

Det er lykkedes at opbygge tragten via moduler, som i stedet for svejsning samles med konstruktionsbolte. NORD-LOCK boltesikringssystem sikrer, at boltene ikke rasler løs under neddelingen af affald. Både manuelle og Finite Element beregninger har bl.a. sikret, at konstruktionen kan holde til, at en last på 200 kg droppes fra 3 meters højde.

Vi er yderst tilfredse med udfaldet af miljøanalysen, som viser, at virksomheden kan nedbringe deres bidrag til udledning af drivhusgassen CO<sub>2</sub> med 1 ton pr. tragt, hvis de vælger modulopbyggede tragte fremover. Gør firmaet det, vil det desuden gavne arbejdsmiljøet. Svejsprocessen kan sænkes med næsten 98 % pr. tragt og det er ingen hemmelighed, at svejsning er usundt for svejseren. Samlet set vurderes det derfor, at Metso Denmark A/S vil kunne markedsføre modulopbyggede tragte som miljøvenlige.

Ved anvendelse af kompositmateriale til modulopbyggede tragte vil CO<sub>2</sub>-udledningen kunne mindskes yderligere, da et kompositmateriale vejer mindre end stål, derfor anbefaler vi firmaet at overveje at modulopbygge tragte i Fiberline kompositmateriale.

Igennem hele projektføreløbet har den projektansvarlige været bevidst om, hvorvidt projektet forløb i henhold til de mål, der var sat op for projektet. Løbende refleksion og evaluering, møder med teknisk vejleder<sup>54</sup>, kontakt til firmaer<sup>55</sup>, afholdelse af midtvejsevaluering<sup>56</sup>, hvor der blev taget referat, samt den ugentlige opdatering<sup>57</sup> har været med til at sikre dette.

Derfor er det lykkedes os at gennemføre dette afgangsprøje med et godt resultat.

En forklaring på dette vurderes at være, at vi har arbejdet målrettet og struktureret og forstået at anvende profilværktøjet DiSC, hvor vi har lært at styrke vores fremdrift via øget selvindsigt og har fået forståelse for hinandens forskelligheder, samt lært at tackle svagheder og udnytte vores styrker til at opnå et bedre resultat. Vi har således begge opnået en brugbar viden, som vi tager med os i vores fremtidige erhvervs- og for den sags skyld også privatliv.

De erfaringer, vi har opnået igennem dette afgangsprøje, sandsynliggør en fortsat og langsigtet effekt af forløbet.

---

<sup>54</sup> Bilag 19: Eksempel på mødeindkaldelse

<sup>55</sup> Bilag 20: Eksempel på korrespondance

<sup>56</sup> Bilag 21: Referat af midtvejsevaluering

<sup>57</sup> Bilag1: Procesrapporten

## 23 Pressemeddelelse

Der er udarbejdet en pressemeddelelse<sup>58</sup>. Der blev i denne forbindelse afholdt et møde med virksomheden, som underskrev en fortrolighedserklæring<sup>59</sup>. Under mødet blev det endvidere besluttet, at afgangprojektet må anvendes frit<sup>60</sup>.

Pressemeddelesen er godkendt af direktør Henning Lindberg, Metso Denmark A/S og fremsendt til skolens journalist, som videredistribuerer den til relevante medier.

---

<sup>58</sup> Bilag 23: Pressemeddelelse

<sup>59</sup> Bilag 24: Fortrolighedserklæring

<sup>60</sup> Bilag 25: Udlåns- og anvendelsesformular

## **24 Litteraturfortegnelse**

### **24.1 Bøger**

#### **Mechanics of Materials**

6<sup>st</sup> English edition

Forfatter:

R. C. Hibbeler

ISBN 0-13-186-638-9

#### **Mechanical and Metal Trades Handbook**

1<sup>st</sup> English edition

Forfattere:

Ulrich Fisher, Roland Gomeringer, Max Heinzler, Roland Kilgus, Friedrich Näher, Stefan Oesterle, Heinz Paetzold og Andreas Stephan.

ISBN 10 3-8085-1910-X

#### **Maskin Ståbi**

9. udgave 2004

Forfatter:

H.E:Krex

ISBN 87-571-2547-3

#### **Svejste konstruktioner**

Forfatter:

Søren Steen Petersen

ISBN 87-571-1651-2

#### **Teknisk styrkelære**

2.udgave, 1 oplag

Forfatter:

Preben Madsen

ISBN 87-7881-383-2

## **Stålkonstruktioner 2.udgave**

Forfattere:

Bent Bonerup og Bjarne Chr.Jensen

ISBN 87-571-2514-7

## **Teknisk ståbi**

20.udgave

Forfatter:

Bjarne Chr.Jensen

ISBN 978-87-571-2685-3

## **24.2 Kompendier/ udleverede noter**

Kompendiet 'Teknologi-Bukning' af Poul Sørensen. (Downloadet fra Fronterrum)

Noter fra DiSC-certificeret underviser i PKO (personlig kommunikation) Arendse M. Lillesø  
(Downloadet fra Fronterrum)

## **24.3 Foldere**

Industriens Branchearbejdsmiljøråd: Arbejdsmiljø ved svejsning-Gode løsninger

AGA: Håndbog om beskyttelsesgas

## **24.4 Standarder**

DS/EN 1993-1-8 Eurocode 3 Stålkonstruktioner Del 1-8 Samlinger

DS/EN 1993-1-9 Eurocode 3 Stålkonstruktioner Del 1-9 Udmattelse

## **24.5 Hjemmesider**

[http://www.metso.com/corporation/about\\_eng.nsf/WebWID/WTB-041026-2256F-0E48B?OpenDocument&mid=2E8312A41D276B1FC2256F40003E464C](http://www.metso.com/corporation/about_eng.nsf/WebWID/WTB-041026-2256F-0E48B?OpenDocument&mid=2E8312A41D276B1FC2256F40003E464C)

'Information om virksomheden Metso Denmark A/S'

[www.Lean2lean.dk](http://www.Lean2lean.dk)

'DiSC-modellen'

[http://www.mindtools.com/pages/article/newCT\\_96.htm](http://www.mindtools.com/pages/article/newCT_96.htm)

'Omvendt brainstorming'



<http://www.hi-industri.dk/>  
'Industrimesse 2009'

<http://www.mj.dk/side1457.html>  
'Diverse film om affaldsdeling'

<http://www.abc-bolte.dk/produkter/skruermindvendig6-kant/iso-7380/>  
'Konstruktionsbolt ISO 7380'

<http://www.abc-bolte.dk/produkter/boltestskruer/din6914-stlkonstruktionsbolt/>  
'Stålmøtrik DIN 934'

<http://www.abc-bolte.dk/produkter/boltestskruer/din6914-stlkonstruktionsbolt/>  
'Konstruktionsbolt DIN 6914'

<http://www.abc-bolte.dk/produkter/mtrikker/din-6915-staalkonstruktionsmoetrik/>  
'Stålkonstruktionsmøtrik'

[www.nord-lock.dk](http://www.nord-lock.dk)  
'Boltesikringsystem'

<http://www.mbm-skive.dk/>  
'Motor'

<http://www.linak.dk/Produkter/?id3=535>  
'Aktuator'

<http://www.sanistaal.dk/da/produkter/produktkatalog.html>  
'Stangstål 16mm'

<http://www.at.dk/sw5844.asp>  
'Arbejdsmiljøloven'

<http://www.faraone.dk/firmaprofil.htm>  
'Stilladsoplysninger'

<http://www.itd.dk/Miljo/Em.aspx?ID=168>  
'International transport Denmark'

<http://ens.netboghandel.dk/PUBL.asp?page=publ&objno=16335040>  
'Energistatistik 2008'

<http://www.1tonmindre.dk/klodeanim.asp?m=3>  
'Klima og energiministeriets klimakampagne'

<http://www.fiberline.dk/>  
'Fiberline kompositmateriale'

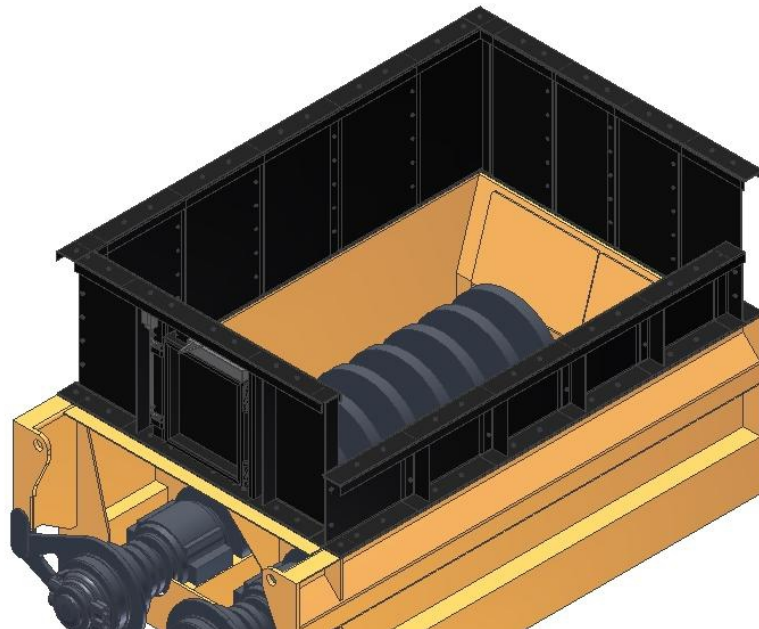
# Modulopbygget dragt

med automatisk servicedør  
i samarbejde med Metso Denmark A/S

## Bilagsrapport

Efterår/Vinter 2009

AFP M2



### Udarbejdet af:

Marianne Gudnor  
&  
Faraidon K. Wahab

## **Titelblad**

### **Titel:**

Modulopbygget tragt med automatisk servicedør  
i samarbejde med Metso Denmark A/S

Bilagsrapport  
AFP M2

### **Udarbejdet af:**

Marianne Gudnor  
&  
Faraidon K. Wahab

1. udgave, 1. oplag, 18. december 2009

### **Forlag:**

Via University College Danmark,  
Chr. M. Østergårdsvej 4,  
8700 Horsens  
Denmark  
Tlf. 87 55 40 00

## Indholdsfortegnelse

1	Procesrapport	8
1.1	Projektbeskrivelse	8
1.1.1	Baggrundsbeskrivelse	8
1.1.2	Formål	10
1.1.3	Problemformulering	11
1.1.4	Afgrænsning	13
1.1.5	Metode	14
1.1.6	Tidsplan inkl. forventet arbejdsfordeling	16
1.1.7	Regler for projektgruppe	18
1.1.8	Gruppemedlemmer	19
1.1.9	Teknisk vejleder	19
1.1.10	Kontaktpersoner hos Metso Denmark A/S	20
1.2	Projekt journal	21
1.3	Skriftlig arbejdsfordeling	28
1.4	Ændringer	29
1.5	Refleksion	29
2	DISC-analyse	31
2.1	Resultat af DiSC-analysen	32
3	Løsningsforslag	33
3.1	Løsningsforslag 1	33
3.2	Løsningsforslag 2	38
3.3	Løsningsforslag 3	38
3.4	Løsningsforslag 4	41
3.5	Løsningsforslag 5	43
3.6	SWOT-analyse	46
3.6.1	Løsningsforslag 1	46
3.6.2	Løsningsforslag 2	47

---

3.6.3	Løsningsforslag 3	47
3.6.4	Løsningsforslag 4	48
3.6.5	Løsningsforslag 5	49
3.7	Ekstra principper	50
3.7.1	Klikfunktion med lim	50
3.7.2	Splitfunktion	52
3.8	Automatisk servicedør	53
3.8.1	Løsning 1	53
3.8.2	Løsning 2	53
4	PowerPoint præsentation til Metso Denmark A/S	54
5	Mathcad Bolteberegninger	66
6	Data ABC Bolte	73
7	NORD-LOCK	75
8	Mathcad Kontrolberegning af svejsesamling ved beslag	77
9	Data fra M&J Industries	80
10	Mathcad Egenfrekvensberegninger	81
11	Profiljern	83
11.1	Kontrolberegning af rektangulære rørprofiler	83
11.2	Datablad U-profil fra Sanistål	85
12	MBM A/S – Sprint motor	85
13	Linak Danmark A/S – Aktuator LA12	87
14	Mathcad Kontrolberegning af rundstål til låsemekanisme	89
14.1	Rundstål fra Sanistål	90
15	Ladderdiagram	91
16	Risikovurdering	92
16.1	Ophold i tragten	92
16.2	Arm/ben i klemme i servicedøren	93

---

17	Montagevejledning	95
18	Miljøanalyse-beregninger	98
18.1	Nuværende tragt- svejseforbrug/aktiv gas	98
18.2	Modulopbygget tragt- svejseforbrug/aktiv gas	98
18.3	CO <sub>2</sub> -udledning under transport	99
18.4	CO <sub>2</sub> -udledning i henhold til antal svejsetimer	100
19	Eksempel på mødeindkaldelse	101
20	Eksempel på korrespondance	102
21	Referat af midtvejsevaluering	105
22	Tidsplan	106
23	Pressemeddelelse	106
24	Fortrolighedserklæring	106
25	Udlåns-og anvendelsesformular	106
26	Tegningsoversigt	106
27	Opslagstegninger	106
28	Samlingstegninger	106
29	Produktionstegninger	107
29.1	Moduler	107
29.2	U-profil	107
29.3	Fladjern	107
30	Illustrationsstegninger	107
31	CD	107

## Figurliste

Figur 1 Tragt og skærebord	9
Figur 2 Knive til skærebord	10
Figur 3 Tragt løsningsforslag 1	33
Figur 4 Hjørnesamling	34
Figur 5 Fladjern	35
Figur 6 Boltесamlinger	35
Figur 7 Tragt skrå side	36
Figur 8 Tragt set fra anden vinkel	36
Figur 9 Løsning med skrå overbygning	37
Figur 10 IDW- tegning af tragt med skrå overbygning	38
Figur 11 Tragt løsningsforslag 3	39
Figur 12 IDW- tegning af tragt	39
Figur 13 Vinkeljern samler de to sider	40
Figur 14 Samling	40
Figur 15 IDW-tegning af samling	41
Figur 16 Tragt løsningsforslag 4	42
Figur 17 IDW-Tegning af løsningsforslag 4	43
Figur 18 Tragt løsningsforslag 5	44
Figur 19 IDW-tegning af tragt	44
Figur 20 Moduler med L-form	45
Figur 21 Modul detaljeret	45
Figur 22 SWOT1	46
Figur 23 SWOT3	47
Figur 24 SWOT4	48
Figur 25 SWOT5	49
Figur 26 Klikfunktion med mellemrum til lim	50
Figur 27 Princip med klikfunktion	51
Figur 28 Modul til splitfunktion	52
Figur 29 Princip med splitfunktion	52
Figur 30 Løsning 1	53
Figur 31 Skadens konsekvens	92

---

Figur 32 Skadens hyppighed, sandsynlighed & mulighed _____	92
Figur 33 Sandsynlighedskategori _____	93
Figur 34 Risikoprofil _____	93
Figur 35 Hjørne hvor fladjern samles _____	95
Figur 36 Hjørnemoduler monteres _____	95
Figur 37 Dørmodul _____	96
Figur 38 Modulmontage på langside _____	96
Figur 39 U-profil monteres _____	97
Figur 40 Fuldt samlet _____	97
Figur 41 Energiforbrug og emissioner i alt. _____	99
Figur 42 Energiforbrug og emissioner i alt. _____	99
Figur 43 CO <sub>2</sub> forbrug pr. tragt _____	99
Figur 44 Argon forbrug pr. tragt _____	100



## **1 Procesrapport**

### **1.1 Projektbeskrivelse**

#### **1.1.1 Baggrundsbeskrivelse**

Som maskiningeniørstuderende på VIA University College, har gruppen valgt at skrive afgangsprøjet i samarbejde med firmaet Metso Denmark A/S.

Afgangsprøjet omhandler et design af en modulopbygget tragt med en automatisk servicedør, som samles med mindst mulig brug af svejsning. Globale klimaændringer er et af tidens helt store spørgsmål, derfor har gruppen valgt at inddrage en miljødøl. Vi vil anvende vores viden fra faget PKO, personlig kommunikation herunder profilværktøjet DiSC i prøjet for bedre at kunne forstå hinanden og derved optimere samarbejdet i gruppen.

At valget faldt på dette prøjet skal ses i sammenhæng med, at gruppen fandt det interessant og fagligt udfordrende.

#### **Metso**

I 2008 var Metso Corporation's nettoomsætning EUR 6.400 mio. Det er en global virksomhed med teknik, produktion, indkøb, salg og andre aktiviteter i mere end 50 lande. På verdensplan beskæftiger Metso Corporation omkring 28.000 fagfolk, der betjener kunder i mere end 100 lande.

Metso blev skabt gennem en fusion af Valmet og Rauma i 1999. Valmet var papir- og pap maskine leverandør, mens Rauma's operationer var fokuseret på fiber-teknologi, klippekusning og flow-kontrol løsninger.

#### **Rødder i det 18. århundrede**

Metso Corporation's historie går helt tilbage til 1750'erne. Det var dengang et lille værft, som blev etableret i Viapori fæstningen på øerne uden for Helsinki. I begyndelsen af det 20. århundrede endte det i ejerskabet af den finske stat og blev en del af Valmet. Skibe er også blevet bygget i byen Rauma, ved Finlands vestkyst, i hvert fald siden det 16. århundrede.

#### **Metso opkøber M&J Industries**

I oktober 2009 opkøber Metso firmaet M&J Industries, som i stedet kommer til at hedde Metso Denmark A/S.

M&J Industries har et omfattende produktprogram til neddeling af fast affald – også til mere krævende affaldstyper, der er vanskelige at neddele såsom køleskabe og jernbanesveller. Der kan altså komme et helt køleskab og en jernbanesveller ned i affaldsneddeleren, som vil blive knust til små stykker. Dette sikrer en stor anvendelighed indenfor mange områder.

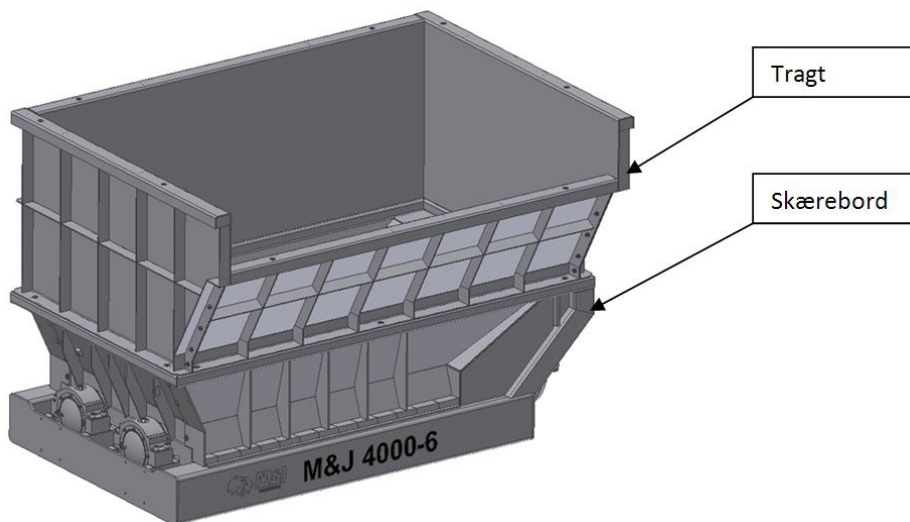
M&J Industries, der blev grundlagt som Møller & Jochumsen helt tilbage i 1857, startede aktiviteterne på området for affaldsneddelere i 1988.

M&J Industries udvikler, producerer og markedsfører et komplet produktprogram af mobile og stationære affaldsneddelere.

M&J Industries er desuden underleverandør af højteknologiske komponenter og maskiner til flere internationale industrivirksomheder.

M&J Industries er repræsenteret på alle kontinenter, men er stærkest på det europæiske.

En affaldsneddeler består af et skærebord med nogle knive som neddeler affald. Selve tragten er der, hvor affaldet kommer i<sup>1</sup>.



Figur 1 Tragt og skærebord

<sup>1</sup> Se figur 1 Tragt og skærebord og figur 2 Knive til skærebord.



Figur 2 Knive til skærebord

### 1.1.2 Formål

Ønsket om en modulopbygget tragt er opstået, fordi Metso Denmark A/S vil kunne spare mange mandetimer til fremstilling, da det ikke længere vil være et behov at tegne tragten fra bunden ved nye ordrer. Med moduler vil tragten nemt kunne tilpasses kundens behov, hvad dimensioner angår. Modulerne kan fragtes til kunden, som selv samler tragten. Ved samling med mindst muligt brug af svejsning vil mange mandetimer til svejsning kunne spares. Ydermere vil der kunne spares på kørsel med kran, som på nuværende tidspunkt anvendes til at løfte tragten til dens destination.

Formålet med at isætte en servicedør, der ikke betjenes manuelt, er sikkerhed. Servicedøren kan kobles sammen med maskinens nødstopfunktion. Dette giver en større sikkerhed for servicemedarbejdere, der arbejder i tragten. Ydermere sikrer en automatisk styret dør en større brugervenlighed, da personen ikke selv fysisk skal åbne døren. Herudover af prismæssige hensyn, da svejsning udgør halvdelen af prisen på nuværende tragte.

### Miljø

Når Metso Denmark A/S konstruerer en tragt til deres neddelere, anvendes der på nuværende tidspunkt CO<sub>2</sub>-svejsning. Svejsning er usundt for svejseren og svejsning af tragte er dyrt. Derudover udledes meget CO<sub>2</sub> under transport af tragte. Da vi alle bærer et ansvar for et bæredygtigt miljø, mener vi, at det vil være interessant at udarbejde en miljøanalyse og se hvilke fordele, der vil være forbundet med miljøet, hvis firmaet vælger en modulopbygget

tragt med mindst mulig brug af svejsning. Vi vil se, om der er en nævneværdig reduktion af CO<sub>2</sub>-udledning. Det vil være en gevinst for Metso Denmark A/S, hvis virksomheden kan markedsføre affaldsneddeleren som den mest CO<sub>2</sub> venlige på arbejdsmarkedet, da vi forudser, at dette vil kunne give et mersalg.

## **DiSC**

Formålet med inddragelse af DiSC i projektforløbet er at få svar på følgende spørgsmål:

- Hvordan agerer gruppens medlemmer i forskellige situationer – hvilke styrker og udviklingspunkter har den enkelte
- Hvordan arbejder gruppemedlemmerne mest effektivt undervejs i processen
- Hvordan kan eventuelle konflikter og svære situationer håndteres bedst muligt
- Hvordan leder gruppen bedst sig selv i den optimale retning

### **1.1.3 Problemformulering**

Vores opgave er at designe en tragt til affaldsneddelere, som kan modulopbygges og derved nemt tilpasses kundens behov, hvad dimensioner angår. Der findes ikke nogen standardtragt. De geometriske dimensioner til tragte ændres fra kunde til kunde, dog er rammemål på skærebord konstante, så det er vinklen og højden på tragten, der ændres.

Tragten skal konstrueres, så den kan samles med mindst mulig brug af svejsning. Derudover skal der i tragten være en automatisk servicedør.

Der vil blive udført 3D konstruktion af tragt inkl. servicedør, samt produktionstegninger af enkelte komponenter, samt opslags- og samlingstegninger.

Herudover montagevejledning, samt risikovurdering ved drift af modulopbygget tragt og servicedør.

## **Tragt**

Ved udarbejdelse af løsningsforslag til modulopbygget tragt vil følgende aspekter blive inkluderet:

- Teknisk design af modulopbygget tragt til affaldsneddelere
- SWOT-analyse

Der vil blive udført FEM- analyser af den valgte løsning herunder:

- Von Miese

For at sikre at materialet holder sig under flydespændingen.

- Beregning af deformation

Der vil blive udført manuelle beregninger herunder:

- Styrkeberegninger til eventuelle maskinkomponenter
- Egenfrekvensen

For at sikre at der ikke opstår resonans.

### **Servicevær**

Der vil blive udført teknisk design af automatisk servicevær til tragten, samt ladder diagram til at beskrive styringssystemet.

Metso Denmark A/S havde et ønske om, at tragtens servicevær skal kunne åbnes ved hjælp af en hydraulisk styret vær. Det er forespurgt, hvorvidt der ønskes en undersøgelse for andre løsninger end hydraulik, om eksempelvis pneumatik eller elektricitet vil være en bedre løsning. Metso Denmark A/S var åbne overfor andre løsninger end hydraulik. Derfor vil dette blive undersøgt.

### **Miljøanalyse**

Der vil blive udarbejdet en miljøanalyse, hvor der ses på fordele og ulemper forbundet med miljøet, hvis firmaet vælger en modulopbygget tragt med mindst mulig brug af svejsning. Der vil blive undersøgt hvor mange kg CO<sub>2</sub>, der udledes i forbindelse med transport, hvis firmaet beholder den nuværende tragt sammenlignet med, hvis de vælger en modulopbygget tragt.

### **Kostprisberegning**

Der vil blive udarbejdet kostprisberegning af tragt inkl. svejseomkostninger og komponenter til styring.

## **Executive summary**

Der vil blive udarbejdet et executive summary.

## **Pressemeddelelse**

Der udarbejdes en pressemeddelelse

### **1.1.4 Afgrænsning**

#### **Modulopbygget tragt**

På nuværende tidspunkt er der 4 forskellige stationære maskiner. De 4 stationære maskiner er henholdsvis 1000S, 2000S, 4000S og 6000S. I dette projekt tages der udgangspunkt i 4000S. Udover stationære maskiner findes der også mobile maskiner.

Vi vælger at fokusere på en løsning, der direkte vil være anvendelig til modulopbygning af tragte til affaldsledere hos Metso Denmark A/S. Andre mulige anvendelsesområder bliver ikke taget i betragtning. Der vil blive udført maskintekniske tegninger til 4000S, som vil være udgangspunkt, hvor det vil være muligt at henholdsvis fjerne eller tilføje ekstramoduler, således at løsninger til 1000S og 6000S er mulig. 2000S er på vej ud, derfor ses der bort fra denne.

Kostprisberegning vil udelukkende blive udført til den valgte løsning til 4000S.

Der vil ikke blive udført løsning til overfladebehandling, da Metso Denmark A/S har sit eget program til dette formål.

Manuelle beregninger herunder evt. svejseberegninger vil blive udført på kritiske steder. Der vil blive udført FEM-analyse alene til verificering af, om 4000S tragten vil kunne holde til den maksimale belastning.

Materialevalget er fastsat af Metso Denmark A/S. Der skal anvendes 8mm S235.

Tragtens standardhøjde skal være 1 m. Som afgrænsning har gruppen valgt at arbejde ud fra en maks. højde på 1.8m.

### **Automatisk servicedør**

Da dimensioner på døren er fastlagt i henhold til den eksisterende servicedør, vil der ikke blive fokuseret nærmere på dette område.

Der udarbejdes ikke separat nødstop for kredsen, da der i forvejen er 4 nødstop på maskinen, som har samme funktion. Døren tilsluttes i stedet de eksisterende 4 nødstop.

### **Miljø**

Gruppen har valgt at afgrænse denne del på en sådan måde, at der ses på, hvor mange kg CO<sub>2</sub> der kan spares. Andre drivhusgasser er ikke medtaget i overvejelserne.

Miljøbetragtninger vil ligeledes tage udgangspunkt i den valgte løsning til 4000S.

### **Sikkerhed**

Der ses udelukkende på sikkerheden i forhold til tragten inkl. servicedør og brugeren af denne, samt tragtens funktion.

#### **1.1.5 Metode**

Indenfor videnskabeligt arbejde begrundes ens viden ved at argumentere for de resultater, man er nået frem til. Den måde, hvorpå man begrunder sin viden, kaldes for metode. Man kan altså ikke bare hævde, at noget er rigtigt, fordi man selv mener det. Man er nødt til at begrunde, hvorfor det er rigtigt. Man kan heller ikke gøre noget på en måde, fordi ”sådan plejer vi at gøre”. Man kan jo ikke begrunde, hvorfor man gør, som man plejer at gøre. Videnskab frembringer viden, der begrunder sig fundamentalt anderledes, end det er tilfældet i for eksempel religion. Videnskab har metode som sit fundament. Metode adskiller sig fra at tro, ved at metodens procedurer er tilgængelige og gennemskuelige. Det er selve fundamentet for metode. Indenfor videnskab søger man ikke efter den endegyldige løsning. Man søger derimod efter en så sikker viden som muligt netop nu under de givne omstændigheder.

Undervejs i projektet vil der blive gjort brug af forskellige projektorienterede model- og metodevalg/fremgangsmåder.

#### **Som modelvalg og metodevalg/fremgangsmåder anvendes der:**

- **Gantkort** til udarbejdelse af overordnet tidsplan (denne vil være udfærdiget ved projektets start d.31. aug. 2009)

- Udarbejdes i Microsoft Office Project 2007

Gantkort er en grafisk repræsentation af en tidsplan, som vil fungere som projektstyringsværktøj. Den praktiske planlægning består i at fastlægge

- Aktiviteternes rækkefølge
  - Den enkelte aktivitets tidsforbrug
  - Eventuel afhængighed mellem de forskellige aktiviteter
- **Brainstorming** til idégenerering

Indledningsvis anvendes brainstorming til at fremkomme med idéer. Brainstorming er nok den mest kendte og formentlig også mest brugte gruppeteknik. Rigtigt gennemført udnytter metoden gruppedynamikken til at løsne op for hæmningerne og sætte en tankeproces i gang, som ellers ikke kan komme i gang.

- **Omvendt brainstorming**

Når en idé er fremkommet, vil *omvendt* brainstorming blive anvendt. Omvendt brainstorming betyder, at gruppen efterfølgende finder så mange fejl og svagheder ved den fremsatte idé som muligt. De forskellige forslag skitseres/ tegnes i inventor, for at gruppedeltagerne bedre kan danne sig et overblik.

- **SWOT** til valg af løsningsforslag

For at udvælge det løsningsforslag der ønskes at arbejde videre med, vil SWOT anvendes til at klarlægge de forskellige løsningsforslags styrker og svagheder.

SWOT diagrammer anvendes som strategi, da en SWOT-analyse giver et overblik over i dette tilfælde en given løsningsmodel. SWOT er en forkortelse af: Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats (Styrke, Svagheder, Muligheder, Trusler).

- **ANSYS** til Finite Element beregninger

Til projekter, hvor sikkerheden har stor betydning for produktet, bør der udføres en FEM-beregning. Da vi udarbejder vores konstruktion i 3D, kan modellen anvendes direkte i beregningsprogrammet ANSYS.



Med ANSYS er det muligt at beregne spændinger og deformationer på komplekse emner, som ellers ikke ville kunne beregnes. Beregningsprogrammet giver mulighed for at give en grafisk præsentation af beregningsresultatet.

- **Rapid typing** til fremstilling af Prototype

Vi forudser, at det vil kunne blive en realitet at printe en 3D prototype i plast af vores hoved idé/ valgte løsning til fremstilling af den modulopbyggede tragt, når denne er tegnet i Inventor, for at se om den lever op til vores forventninger.

- **Inventor** til maskintekniske tegninger

Inventor er et 3D konstruktionsprogram. Der vil i nødvendigt omfang blive udført produktionstegninger og opslagstegninger.

- Alle ikke-tolerancesatte mål efter DS/ISO 2768

- **DiSC**

Personprofilværktøjet DiSC vil blive anvendt som metode i forbindelse med optimering af gruppesamarbejdet.

### 1.1.6 Tidsplan inkl. forventet arbejdsfordeling

#### Forventet arbejdsfordeling

Nedenfor ses forventet arbejdsfordeling i %.

#### 1080 timer i alt.

(18 ECTS point \* 30 = 540 timer per person. Gruppen består af to personer, hvilket giver 2 \* 540 timer altså 1080 timer i alt).

#### Projekt total (1080 timer)

- **Idégenerering (140 timer)**

- Brainstorming/omvendt brainstorming (140)

Marianne	50 %
Faraidon	50 %

- **Løsningsforslag (130 timer)**

- Udarbejdelse af løsningsforslag (60)
- SWOT- analyse (40)
- Valg af løsning (30)

Marianne	50 %
Faraidon	50 %

- **Opstilling af økonomiske rammer (10 timer)**

Marianne	100 %
----------	-------

- **Maskinteknisk design (210 timer)**

- 3D konstruktion (120)
- Produktionstegninger og opslagstegninger (40)

Marianne	30 %
Faraidon	70 %

- Beregninger til maskinkomponenter (50)

Marianne	50 %
Faraidon	50%

- **Styring (15 timer)**

- Ladderdiagram (15)

Faraidon	100 %
----------	-------

- **ANSYS og manuelle beregninger (180 timer)**

Marianne	70 %
Faraidon	30 %

- FEM- analyse og manuelle beregninger (170)
- Vurdering af beregninger (10)

Marianne	50 %
Faraidon	50%

- **Risikovurdering og sikkerhed (80 timer)**

- Montage og drift af modulopbygget tragt (40)
- Servicedør (40)

Marianne	50 %
Faraidon	50 %

- **Miljø (70 timer)**

- Beregning af CO2 udledning under transport
- Beregning af CO2-forbrug ved svejsning

Marianne	70 %
Faraidon	30 %

Både til nuværende tragt og samme beregning til den valgte løsning

- Arbejdsmiljø

- **Kostprisberegning (65 timer)**

- Tragt, svejsning og komponenter til styring

Marianne	30 %
Faraidon	70 %

- **Rapport (130 timer)**

- Skrivning af rapport samt korrektur (120)
- Print, samling, CD-brænding og aflevering (10)

Marianne	70 %
Faraidon	30 %

- **Møder m.m (50 timer)**

- Møde med teknisk vejleder (40 timer)
- Møde med Metso Denmark A/S (5 timer)
- Diverse tlf. samtaler (5 timer)

Marianne	50 %
Faraidon	50 %

### 1.1.7 Regler for projektgruppe

- **Mødetider**

- Mandag - fredag kl. 8.20-16.10 eller efter aftale
- Aftalte mødetidspunkter skal overholdes
- Ved afbud eller forhindring i at møde til tiden skal der sendes sms til koordinatoren. Er koordinatoren forhindret sendes sms til det andet gruppemedlem.
- Deadlines skal overholdes
- Pauser holdes efter normalt skoleskema eller efter aftale

- **Arbejdsindsats**

Det forventes, at man bruger den nødvendige tid på opgaverne. Det forventes, at gruppens medlemmer møder velforberedt.

- **Ugentlig opsummering**

Det aftales nærmere på hvilken ugedag, der vil afholdes statusmøde, hvor den tekniske vejleder vil deltage. Der skal ved hvert statusmøde udarbejdes mødeindkaldelse med agenda, som vil indgå i den ugentlige rapport. Ansvar herfor går efter tur. Referenten er ligeledes mødeleder. Mødelederens ansvar er udarbejdelse af dagsorden, som skal fremsendes per mail til alle gruppemedlemmer senest to dage før ugens statusmøde. Første statusmøde er foreløbig fastsat til fredag, d. 4. september 2009, hvor koordinatoren fremsender agenda.

- **Arbejdsindsats**

Det forventes, at alle bruger 40 timer, svarende til 5 dages arbejde om ugen, fratrukket undervisningstimer.

**Vedtægterne er godkendt af alle i gruppen.**

#### 1.1.8 Gruppemedlemmer

<i>Navn</i>	<i>E-mail</i>	<i>Telefon / Mobil</i>
Marianne Gudnor (Koordinator)	<a href="mailto:2063@uv.vitusbering.dk">2063@uv.vitusbering.dk</a> <a href="mailto:gudnor@gmail.com">gudnor@gmail.com</a>	31 15 48 17
Faraidon K. Wahab	<a href="mailto:2062@uv.vitusbering.dk">2062@uv.vitusbering.dk</a> <a href="mailto:fkW86@hotmail.com">fkW86@hotmail.com</a>	40 62 46 44

#### 1.1.9 Teknisk vejleder

Kim Rask Petersen, M.Sc. Mechanical Engineering, Lecturer

Mobil: +45 87 55 42 24

[KRP@viauc.dk](mailto:KRP@viauc.dk)

### **1.1.10 Kontaktpersoner hos Metso Denmark A/S**

Henning Lindbjerg, VP Sales, Marketing & Project Management er hovedansvarlig.

Tel. dir.: +45 7626 6454

Mobile: +45 4041 8099

Fax: +45 7626 6449

[hl@mj.dk](mailto:hl@mj.dk)

Michael Stampe Hagh, Project Manager til maskintekniske spørgsmål.

Tel. dir.: +45 7626 6459

Fax: +45 7626 6401

[msh@mj.dk](mailto:msh@mj.dk)

Lars Holm Laursen, Area Sales Manager til salgsrelaterede spørgsmål.

Tel. direct: +45 7626 6436

Mobile: +45 6161 3613

[lhl@mj.dk](mailto:lhl@mj.dk)

## 1.2 Projekt journal

### Introduktion

Der føres projekt journal med ugentlige opdateringer over afgangsprøveforløbet med start den 31. august 2009.

Tiden før da beskrives her i store træk:

Der blev først taget kontakt til daværende M&J Industries, hvor vi aftalte et møde vedr. afgangsprøve. Første møde blev afholdt fredag den 20. marts 2009 med direktør Henning Lindberg og projektgruppen Marianne Gudnor og Faraidon k. Wahab.

Henning Lindberg kunne tænke sig en modulopbygget tragt med hydraulisk dør, hvilket vi sagde ja til. Vi blev tildelt Michael Stampe (maskinsiden) og Lars Laursen (salgssiden) som vejledere.

Vi udarbejdede et projektforslag, som blev godkendt af uddannelsesvejleder Lars Pedersen. Herefter udarbejdede vi projektbeskrivelsen og rettede den til således, at den var færdiggjort inden sommerferiens start fredag den 26. juni 2009.

Undervejs i projektbeskrivelsesfasen tog vi kontakt til Michael Stampe, da vi havde behov for noget afklaring, samt en CD med cad-model af skærebord til at bygge tragten på. Michael Stampe foretrak at holde et møde, hvilket blev afholdt onsdag den 3. juni 2009. Vi havde fremsendt en mail med punkter, som vi ønskede, blev gennemgået, så Michael Stampe kunne forberede sig inden mødet. Inden mødet med Michael Stampe havde vi deltaget i et møde med Lars Lauersen, hvor vi fik et indblik i marketingsdelen. Vi tog endvidere kontakt til Henning Lindberg for at høre, om det var et krav, at servicedøren til tragten skulle være hydraulisk, eller om vi evt. kunne finde en anden/bedre løsning f.eks. el eller pneumatik. Henning Lindberg var åben for andre muligheder. Det blev derfor beskrevet i projektbeskrivelsen, at andre muligheder ville blive undersøgt.

Der er aftalt fast møde med teknisk vejleder hver fredag kl. 10:00. Det er endvidere aftalt, at referat af ugentlige møder med teknisk vejleder ikke er nødvendige. Første møde fredag den 11 sept.2009.

Uge 36 mandag d. 31/08 2009

Projektbeskrivelse er nu godkendt af Metso Denmark A/S, direktør Henning Lindberg og VIA University College, teknisk vejleder Kim Raks Petersen. Projektet kan derfor påbegyndes.

Ugens program:

1. Afklaring af det kommende forløb herunder overordnet tidsplan i MS Project
2. Idégenerering
3. 3 D CAD tegninger af idéer
4. Beskrivelse af løsningsforslag

Vi besøgte HI[09] industrimesse<sup>2</sup> 2009 i Herning den 2. sept., hvor vi udover at deltage i to workshops om det nye maskindirektiv 2006/42/EF også fik god inspiration/viden til idégenereringen.

Uge 37 mandag d. 07/09 2009

Tidsplan udarbejdes og det er aftalt, at der afholdes ugentlige møder med teknisk vejleder hver fredag i starten.

Agenda for fredag den 11.sept.:

1. Gennemgang af foreløbige løsningsforslag
2. Kravspecifikation
3. Miljø (CO2), information
4. Evt.

Der arbejdes videre på sidste uges punkter

1. Idégenerering
2. 3 D CAD tegninger af idéer

Inventor tegninger foretages igennem hele projektiden og vil derfor ikke blive nævnt i hver ugerapport.

<sup>2</sup> <http://www.hi-industri.dk/>

### 3. Beskrivelse af løsningsforslag

Efter møde med teknisk vejleder var der behov for at få nogle ting afklaret med M&J. Mail blev fremsendt til Michael Stampe.

Uge 38 mandag d. 14/09 2009

Vi har taget imod tilbud fra biblioteket og har været til en times 'undervisning' i at søge efter relevant materiale.

Agenda for fredag den 18. sept.:

#### 1 Alle løsningsforslag (5) med 3 variationer

- En tragt med 4 lige sider
- En tragt hvor den ene side har en hældning på  $30^{\circ}$
- En tragt med skrå overbygning

#### 2 *Omvendt brainstorming*

#### 3 Beregninger manuelt

- Dimensionere bolte
- Svejsesamlinger
- Arb. & energi 1000 kg fra 3 meters højde

#### 4 FEM- Beregninger

- Styrkeberegninger med faktor 4 som sikkerhed, da ANSYS ikke ved det kommer fra 3 meters højde
- Deformation, frekvens etc. (unødvendigt med frekvensberegninger i ANSYS, da vi formentlig næppe rammer det kritiske område, da motoren kører langsomt rundt. egenfrekv. Motor < egenfrekv. Tragt)
- Hvis tiden er til det evt. hvornår plastificerer stålet (Comsol)

Vi har bedt om prøve på NORD-LOCK sikkerhedsskive til evt. bolte.

Der er undersøgt en del omkring svejsning og forbrug af aktiv gas. Marianne talte eksempelvis i tlf. med Lars Gram fra Force, som kom med nogle brugbare oplysninger og



litteraturhenvisninger.

En mail var først afsendt til Teknologisk Institut vedr. emnet. De henviste til Force.  
Som man kan se i ugens agenda, har vi gjort os nogle tanker omkring hvilke beregninger, vi mener er vigtige for projektet og som vi ønsker at drøfte med teknisk vejleder.

Uge 39 Mandag d. 21/09 2009

Målet er at blive færdig med løsningsforslagene så de snarest kan blive præsenteret for Metso Denmark A/S. Da Metso Denmark A/S er "kunden", synes vi det er mest korrekt at have dem med indover udvælgelsen af det løsningsforslag vi vil arbejde videre med. Vi kunne tænke os at lave et PowerPoint og fremvise hos Metso Denmark A/S, hvor også teknisk vejleder kan deltage. Hvis Metso Denmark A/S ikke har tid til et sådant møde vil vi udføre et detaljeret PowerPoint og komme med vores eget forslag til hvilken løsning vi ønsker at gå videre med. Vi håber selvfølgelig, at Metso Denmark A/S har tid til et møde.

Onsdag 25/09 fik vi svar fra Metso Denmark A/S. De vil gerne se et PowerPoint torsdag den 1. okt. 2009 kl. 13.

PowerPoint til Metso Denmark A/S påbegyndes.

Møde fredag den 25. sept. med teknisk vejleder blev aflyst.

Uge 40 Mandag d. 28/09 2009

Der arbejdes på at blive helt færdig med løsningsforslagene og Powerpointet til fremvisning hos Metso Denmark A/S. Teknisk vejleder kan desværre ikke deltage i fremvisningen.

Fremvisning af PowerPoint hos Metso Denmark A/S gik godt. Der blev valgt et løsningsforslag, dog med forbehold. Vi skulle bla. tage kontakt til firmaet TORA A/S.

Mere om det i hovedrapporten i afsnittet 'valg af løsning'.

Møde fredag den 2. okt. blev aflyst af teknisk vejleder.

Uge 41 Mandag d.05/10 2009

Vi har holdt indbyrdes møde og set på tidsplanen. Tidsplanen er overholdt.

Vi er ved at planlægge hvilke beregninger, der skal foretages. Mødet fredag den 9. okt. blev udsat til mandag den 12. oktober i efterårsferien.

Uge 42 Mandag d. 12/10 2009

Agenda for ugens møde med teknisk vejleder:

1. Vi vil tale om hvordan fremvisningen 01.okt. 2009 gik hos Metso Denmark A/S

Fremvisningen gik godt

2. Syntes de om løsningsforslagene

Metso Denmark A/S var tilfreds med vores løsningsforslag

3. Hvilket løsningsforslag blev valgt

Løsningsforslag 2 blev valgt under forudsætning af, at bukkene kunne lade sig gøre i praksis. Vi skulle kontakte bukkefirmaet TORA A/S, når vi havde tegninger klar.

4. Evt.

Uge 43 Mandag d. 19/10 2009

Firmaet TORA A/S har godkendt at bukkene kan lade sig gøre på deres kantbukkere.

Det er derfor endelig besluttet, at det er løsningsforslag 2, der arbejdes videre med.

**Metso Denmark A/S har opkøbt M&J Industries**

Firmaet Metso Denmark A/S har opkøbt M&J Industries A/S. Det er den samme direktør Henning Lindberg, som fortsætter nu blot for Metso Denmark A/S i stedet for M&J Industries, så rent praktisk har det ingen betydning for os, da vores aftale om skrivning af afgangsprøve er foretaget efter aftale med Henning Lindberg.

Dette betyder for os, at vi skal skrive om Metso i hovedrapporten og selvfølgelig ændre projektets navn. Dette har givet en hel del ekstra arbejde med at flytte afsnit rundt etc.

Projektet ændrer navn.

**Tidligere**

**Modulopbygget tragt med automatisk servicedør  
i samarbejde med M&J Industries**

**Nu**

**Modulopbygget tragt med automatisk servicedør  
i samarbejde med Metso Denmark A/S**

Agenda fredag den 23. okt.

1. M&J Industries er opkøbt af Metso Corporations og hedder nu Metso Denmark A/S.

Vi har talt med direktøren Henning Lindberg om betydningen af dette for vores projekt.

2. Svejseberegninger  
Der er en 6-7 steder omkring døren, hvor der skal svejses. Det vil være for tidskrævende at regne på samtlige, så de mest kritiske steder skal udvælges.
3. EL er valgt til styring
4. Evt.

44 Mandag d. 26/10 2009

Vi har arbejdet videre med tegninger og kontrolberegninger af rør og boltedimensionering.

**Tidsplanen er overholdt.**

Bukkeberegninger og arbejdstegning hertil er foretaget og der er tjekket med TORA A/S, at deres kantbukkere kan klare den beregnede pressekraft.

Vi har spurgt teknisk vejleder vedr. Ce-mærkning m.m, da vi er i tvivl om hvor dybt vi skal gå.

Mødet i denne uge blev aflyst.

Uge 45 Mandag d. 02/11 2009

Tegning til svejseberegninger er færdig og svejseberegninger påbegyndes. Vi havde ikke rigtig noget nyt på tapetet og aflyste derfor mødet med teknisk vejleder i denne uge.

#### Uge 46 Mandag d. 09/11 2009

Der arbejdes med kontrolberegninger og på at finde egnede motorer til automatikken til servicedøren.

Vi holdt midtvejsevaluering i gruppen den 10.11.2009.

Der er lavet en rev. 1 af gantkortet (revurdering af tidsplanen), da vi kan se, at tiden til at finde motorer er overdimensioneret. I stedet er tiden afsat til bolteberegningerne, som tager mere tid end først antaget. Ellers overholdes tidsplanen.

Agenda fredag den 13. nov.:

1. Maskindirektivet;
  - CE-mærkning ??
  - Der skal søges speciel-tilladelse om producering af tragten, da den er 'farlig'. Vi går ud fra vi ikke skal søge om denne tilladelse dvs. vi kan ikke 'selvgodkende' den. Det må være tilstrækkeligt at nævne dette.....
  - Der vil blive udført risikovurdering
2. Ansys
  - Der foretages udelukkende styrkeberegninger – egenfrekvensen regnes 'kun' i hånden.
3. Styring – sikkerhed – maskindirektivet
  - Der vil blive skrevet om sikkerhed i forhold til dem som skal bruge tragten og nødstop på tragten
4. Evt.

#### Uge 47 Mandag d. 16/11 2009

Vi skal ikke gå i dybden med CE-mærkning eller indhente tilladelse til produktion af tragten m.m ifølge aftale med teknisk vejleder.

Der er ikke længere behov for ugentlige møder med teknisk vejleder, som fremover vil

<p>blive kontaktet, hvis der er brug for det.</p> <p>Der er arbejdet med Ansys og risikovurdering, samt generel sikkerhed og tænkt over forbedringsforslag.</p>
<p>Uge 48 Mandag d. 23/11 2009</p>
<p>Der arbejdes med styring og kostprisberegning. Bolteberegningerne er færdige.</p> <p>Hovedrapporten og procesrapporten, samt bilagsrapporten er ved at blive udfærdiget.</p>
<p>Uge 49 Mandag d. 30/11 2009</p>
<p>Der indhentes pris på U-profiler og fladjern fra Tora A/S.</p> <p>Hovedrapporten og procesrapporten, samt bilagsrapporten er ved at blive udfærdiget.</p> <p>Foreløbig opslagstegning printes ud og gennemgås.</p> <p>Produktionstegninger tegnes, printes og gennemgås.</p>
<p>Uge 50 Mandag. 07/12 2009</p>
<p>I forbindelse med svar vedr. pris på U-profiler, viste det sig at kantbukkere hos Tora A/S kan bukke op til 3 m i længderetningen og vores er over 3 m. Det blev besluttet at anvende færdigkøbte U-profiler i stedet for at bevare styrken i tragten. Det gav meget ekstraarbejde her på falderebet, da tegninger/bilagsrapport m.m. skulle laves om.</p> <p>Konklusion, refleksion og pressemeddelelse påbegyndes. I forbindelse med pressemeddelelsen holdt vi møde onsdag den 9.dec. med Metso Denmark A/S.</p>
<p>Uge 51 Mandag. 14/12 2009</p>
<p>Hovedrapporten og procesrapporten, samt bilagsrapporten samles og færdiggøres.</p> <p>Produktionstegninger, opslags-/ samlingstegninger tegnes, printes og gennemgås.</p> <p>Konklusion og refleksion skrives færdig.</p> <p>Afgangprojektet er klar til aflevering fredag den 18 dec. 😊</p>

### 1.3 Skriftlig arbejdsfordeling

Den forventede arbejdsfordeling<sup>3</sup> er nogenlunde overholdt.  
Marianne har fortrinsvis beregnet og skrevet rapport.

---

<sup>3</sup> Se projektbeskrivelsen

Faraidon har fortrinsvis tegnet og udført opslags/arbejdstegninger, da vi valgte at tegne det hele inkl. løsningsforslag i Inventor for at gøre det mere overskueligt for læseren/firmaet.

Vi har været fælles om at vurdere alle beregninger/tegninger.

#### **1.4 Ændringer**

Under mødet med Metso Denmark A/S, hvor løsningsforslag blev præsenteret, blev det besluttet at ændre godstykkelsen fra 8mm til 6mm.

Det har været nødvendigt at justere projektet, da der var afsat for meget tid til maskinkomponenter. Der blev derfor udarbejdet en rev.1 af tidsplanen. Tiden blev i stedet afsat til bolteberegninger.

#### **1.5 Refleksion**

Projektbeskrivelsen blev udarbejdet før sommerferien inden projektperiodens start og blev endelig godkendt i starten af august.

Idéfasen gik rigtig godt med mange gode skitser og forslag. De bedste blev valgt ud og tegnet i Inventor. Selve idéen med *den omvendte brainstorming* viste sig at 'holde tæt', da det bevirkede, at det blev undersøgt, om der fandtes et specielt system til dynamisk belastede konstruktioner med boltesamlinger. Det gjorde der og således fandt vi Nord-Lock boltesikringssystem. Vi har haft god korrespondance med Sonny Halberg fra Nord-lock International AB. Fra ABS Bolte har Søren Linde været behjælpelig med at bekræfte korrekt valg af bolte og møtrikker.

Der har været god kontakt med både firmaet Metso Denmark A/S og dets underleverandør Tora A/S undervejs i projektførelsen.

I forbindelse med undersøgelse af muligheder for fremtidig brug af Fiberline kompositmateriale til tragte, har Klaus Folkmann fra Fiberline Composites A/S været behjælpelig.

---

Gruppen har afholdt midtvejsevaluering og møderne med teknisk vejleder har været afholdt som planlagt. Det har været godt med eksterne input fra vejlederen, hvilket har været med til at sikre løbende forbedringer i projektet.

Samarbejdet i gruppen har under hele forløbet fungeret rigtig godt ikke mindst pga. DiSC, som har givet os begge en god forståelse for hinanden og vores individuelle væremåder. Begge gruppens deltagere har været til stede som aftalt og diverse aftaler er blevet overholdt. Det har betydet, at der under hele projektet har været en god stemning.

Der har under hele projektet været enighed om fordeling af arbejdsopgaver, samt været plads til konstruktive diskussioner, som har ført mange gode ting med sig.

## 2 DISC-analyse

### DiSC –modellen beskriver fire forskellige adfærdsegenskaber

Hver enkelt af os indeholder i en vis grad lidt af alle fire adfærdsegenskaber<sup>4</sup>. Det handler om at vælge den ”rigtige” adfærd til den rigtige situation.

- Dominans (D)



Er resultatorienteret og har fokus på at skabe omgivelser, der kan give de ønskede resultater. Ser udfordringer og forhindrer der skal overvindes. Er selvtillidsfuld og beslutsom.

- Social indflydelse (i)



Er relationsorienteret og har fokus på at opnå resultater ved at overtale og inddrage andre mennesker i et samarbejde. Er udadvendt, åben og indvolverende med andre mennesker.

- Stabilitet (S)



Er relationsorienteret og har fokus på at udføre opgaver, der kan løses i samarbejde med andre. Søger så vidt muligt at samarbejde, understøtte, være enige og holde tingene stabile. Er tålmodig og stabil.

---

<sup>4</sup> Noter fra DiSC-certificeret underviser i PKO (personlig kommunikation) Arendse M. Lillesø.



- **Kompetence (C)**



Er resultatorienteret og har fokus på at arbejde under kendte vilkår med at forbedre kvaliteten.  
Er analytisk tænkende, præcis, faktuel og samvittighedsfuld.

## 2.1 Resultat af DiSC-analysen

- Marianne D,C
- Faraidon i,S

### Hvilken betydning har gruppe medlemmernes placering i DiSC-modellen

At Marianne har D,C profil betyder, at hun er resultatorienteret – har fokus på selve opgaven og vil gerne tiltales i en formel tone (det sociale aspekt er sekundært). Hun kan godt lide rutine (C-adfærd), og derfor er eksempelvis møderne med den tekniske vejleder lagt fast hver fredag samme tid og samme sted. Der er fast mødelokale samt mødetidspunkter. Hun arbejder mest effektivt alene (har ikke det relationsorienterede i/S adfærd som primær), men er bevidst om, at hun skal bidrage til gruppen. Hun er god til at presse andre til handling (D-adfærd) og er meget nøjagtig (C-adfærd). Marianne har endvidere brug for tid til at tænke tingene igennem (C-adfærd).

Faraidon har i,S profil og er udpræget relationsorienteret med fokus på interaktion mennesker imellem. En person med S i sin profil er ham, der skaber et stabilt og harmonisk miljø, hvilket er med til, at gruppen føler sig godt tilpas.

Faraidon er god til at lytte og han ønsker at hjælpe (S-adfærd). Han er meget loyal og vil gerne undgå konflikter (S-adfærd). Han er i stand til at finde løsninger, der er acceptable for alle og han kan godt lide at tilhøre en gruppe (i/S-adfærd). Han kan bedst lide at blive tiltalt i en afslappet og behagelig tone (i/S-adfærd).

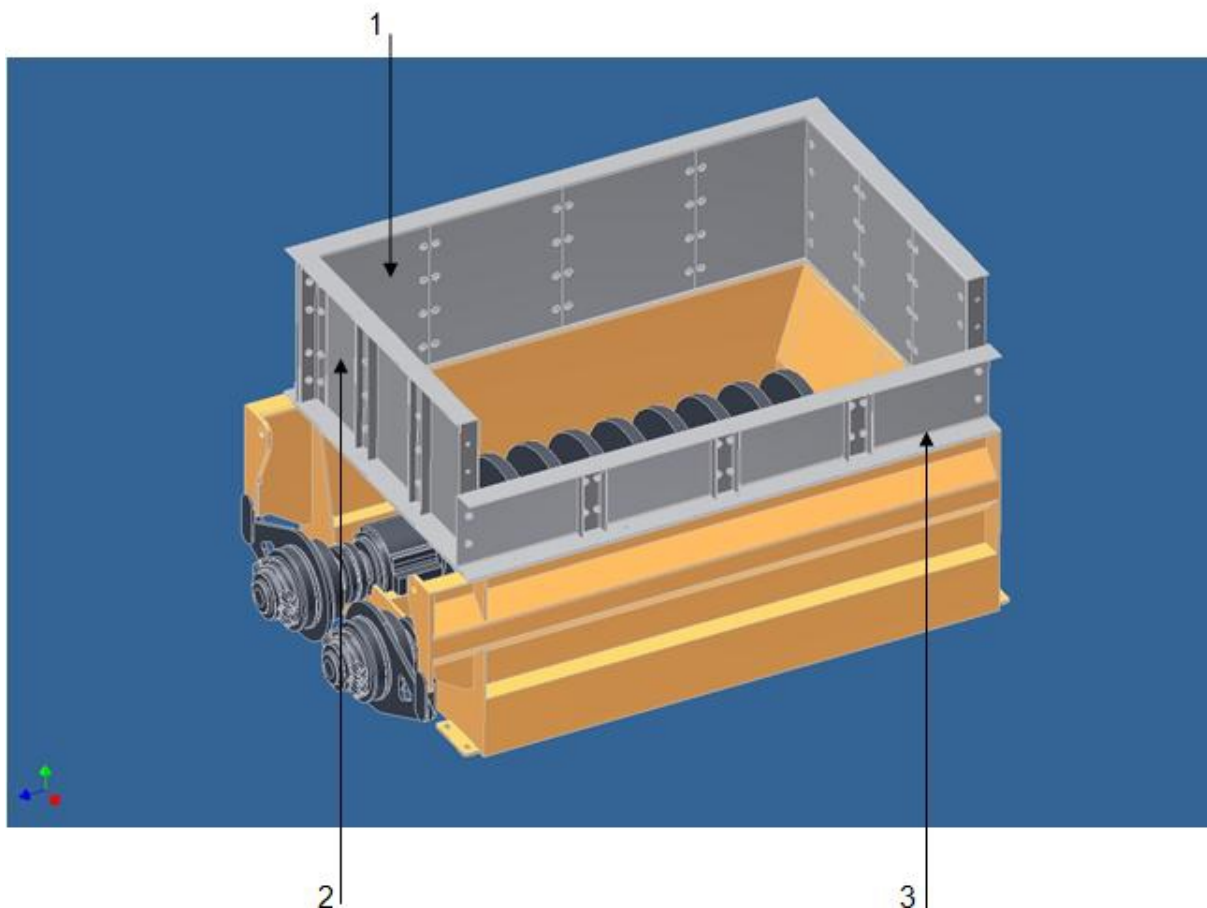
### 3 Løsningsforslag

Løsningsforslagene er tegnet i Inventor for at gøre det mere overskueligt for kunden/læseren. Det er vigtigt at understrege, at der er tale om løsningsforslag og altså ikke endelige løsninger. Der er selvfølgelig plads til at ændre mål m.m.

## Tragten

### 3.1 Løsningsforslag 1

*Første variation Tragt 4 lige sider*

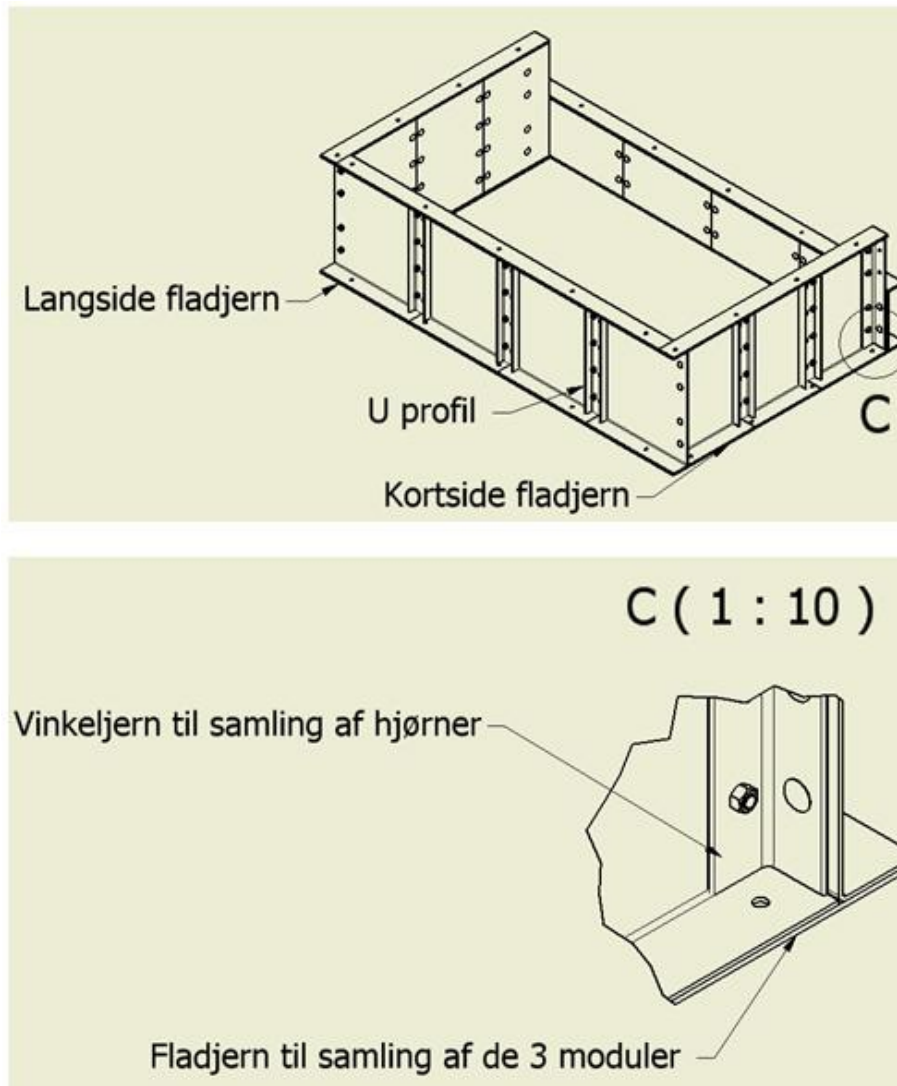


Figur 3 Tragt løsningsforslag 1

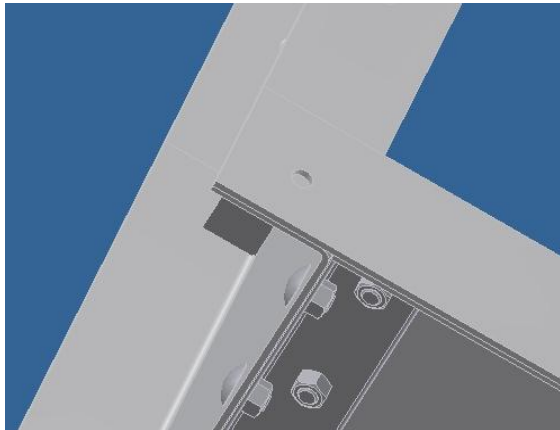
Tragten består af 3 forskellige moduler i alt<sup>5</sup>, som bukkes i top og bund. Modulerne monteres sammen i siderne og støttes med U- profil. Toppen og bunden af modulerne samles med fladjern, der samtidig holder modulerne på de korte sider sammen. Hjørnerne er samlet med 4 vinkeljern. Der er en jævn indvendig flade. Der anvendes rundbolte for at undgå ophobning af affald. Den ene langside er lavere end de andre sider for, at man bedre kan læsse ting i tragten.

<sup>5</sup> Se figur 3

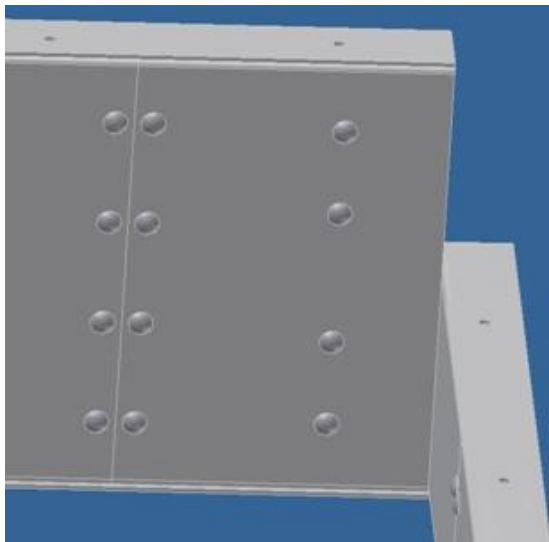
Tragtens højde er ca. 1 m på alle sider undtagen den forreste som er ca. 0.5 m. Her måler det tungeste modul h: 1000mm x 900mm med en vægt på ca. 70 kg.



Figur 4 Hjørnesamling



Figur 5 Fladjern

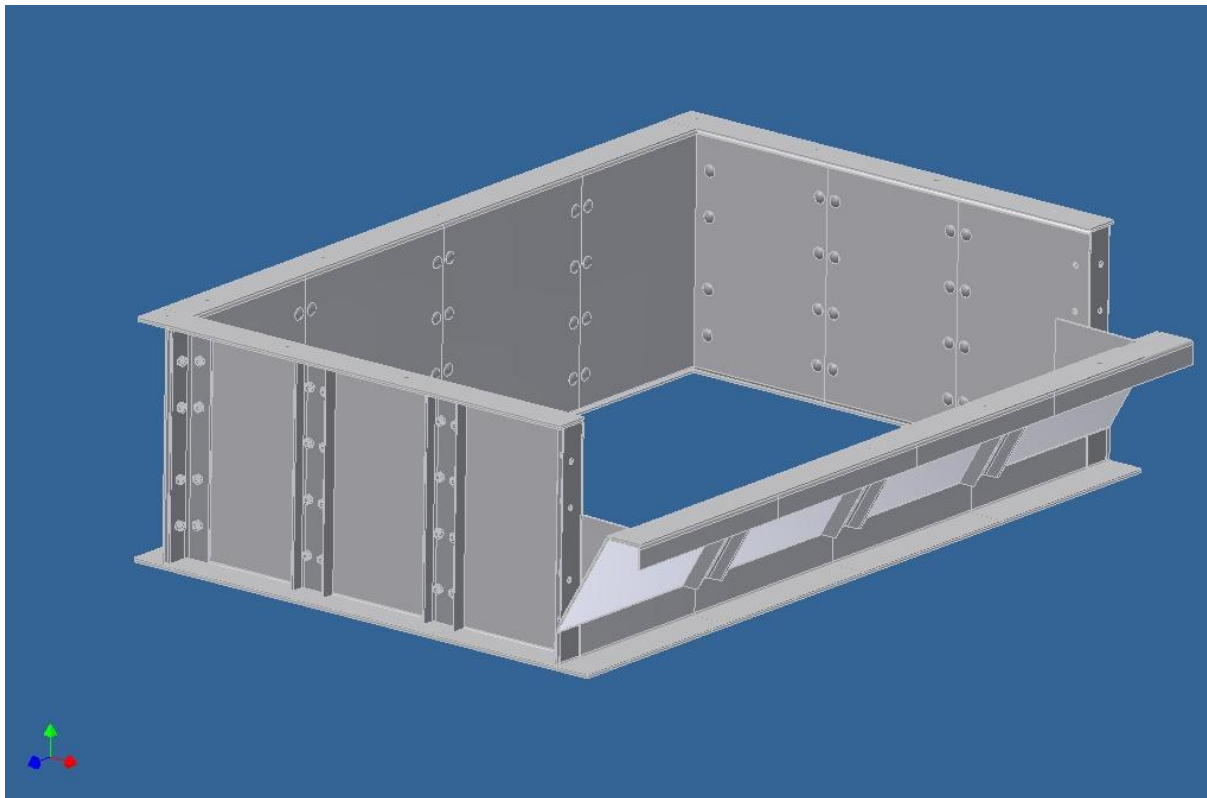


Figur 6 Boltesamlinger

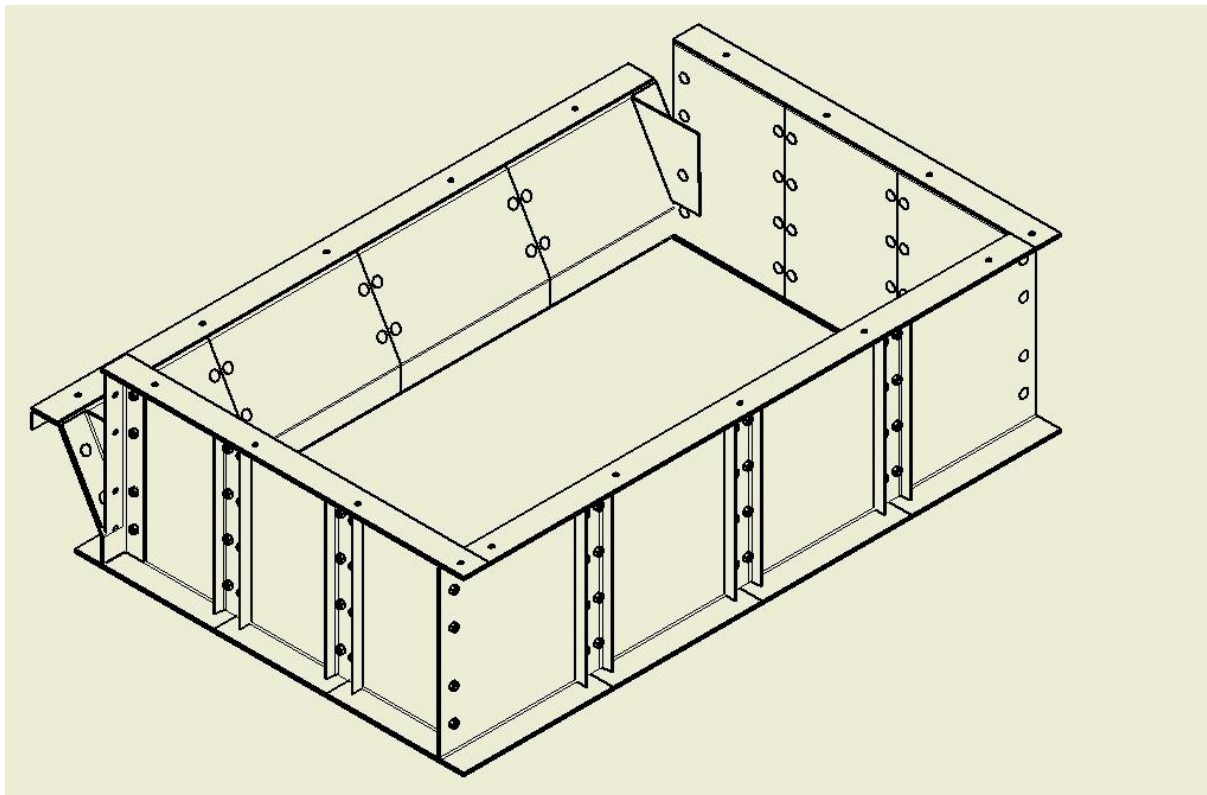
### *Variation 2: Skrå side*

Herunder vises samme løsning med en skrå side med en hældning på  $30^{\circ}$ , for at det vil være sværere for affald at sætte sig fast. Den ene langside er lavere end de andre sider for, at man bedre kan læsse ting i tragten.

Tragtens højde er ca. 1 m på alle sider, undtagen den forreste side som er ca. 610 mm høj.



Figur 7 Tragt skrå side

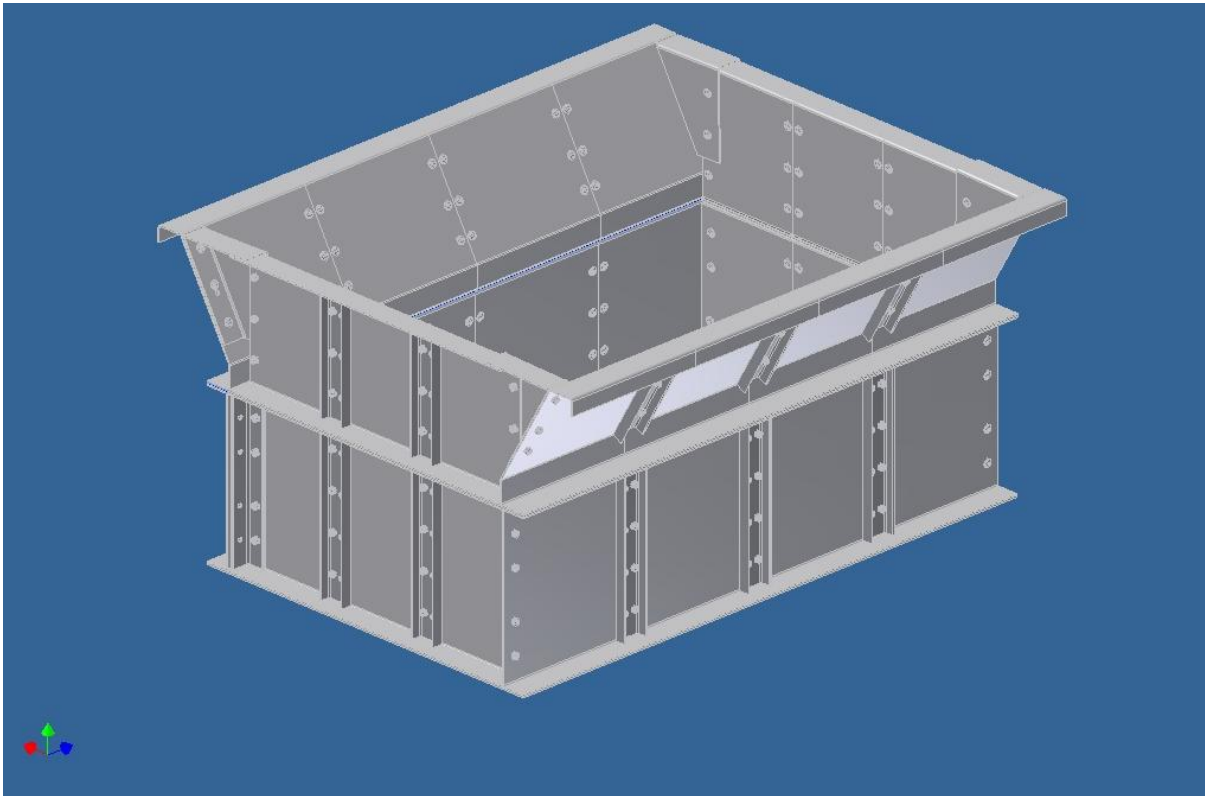


Figur 8 Tragt set fra anden vinkel

### *Variation 3: Skrå overbygning*

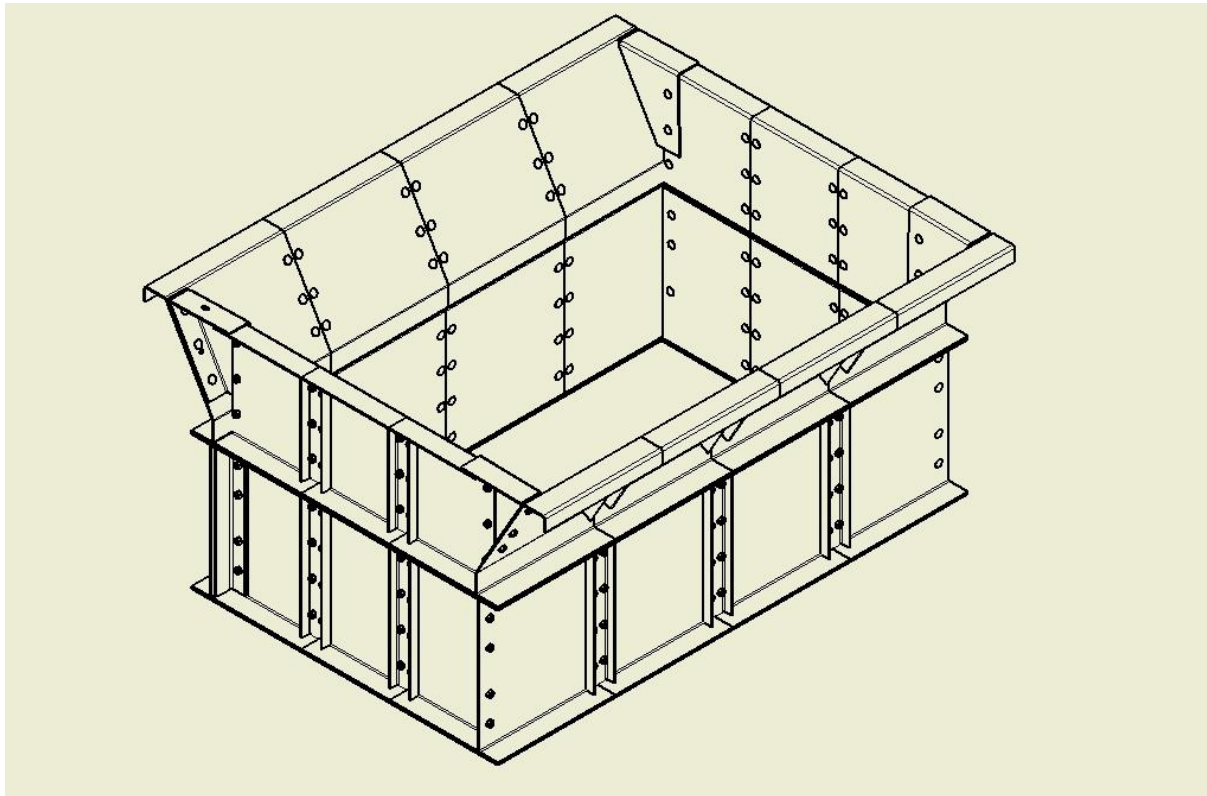
Herunder ses samme løsning med ekstra højde, hvor et skråt modul bygges på. Her er alle sider samme højde, da en høj tragt som regel anvendes, når læsning sker ovenfra. Derfor er det unødvendigt med en lav side.

Tragtens højde er ca. 1.8 m og toppen bliver ca. 4140 mm x 2910 mm.



Figur 9 Løsning med skrå overbygning





Figur 10 IDW- tegning af tragt med skrå overbygning

### 3.2 Løsningsforslag 2

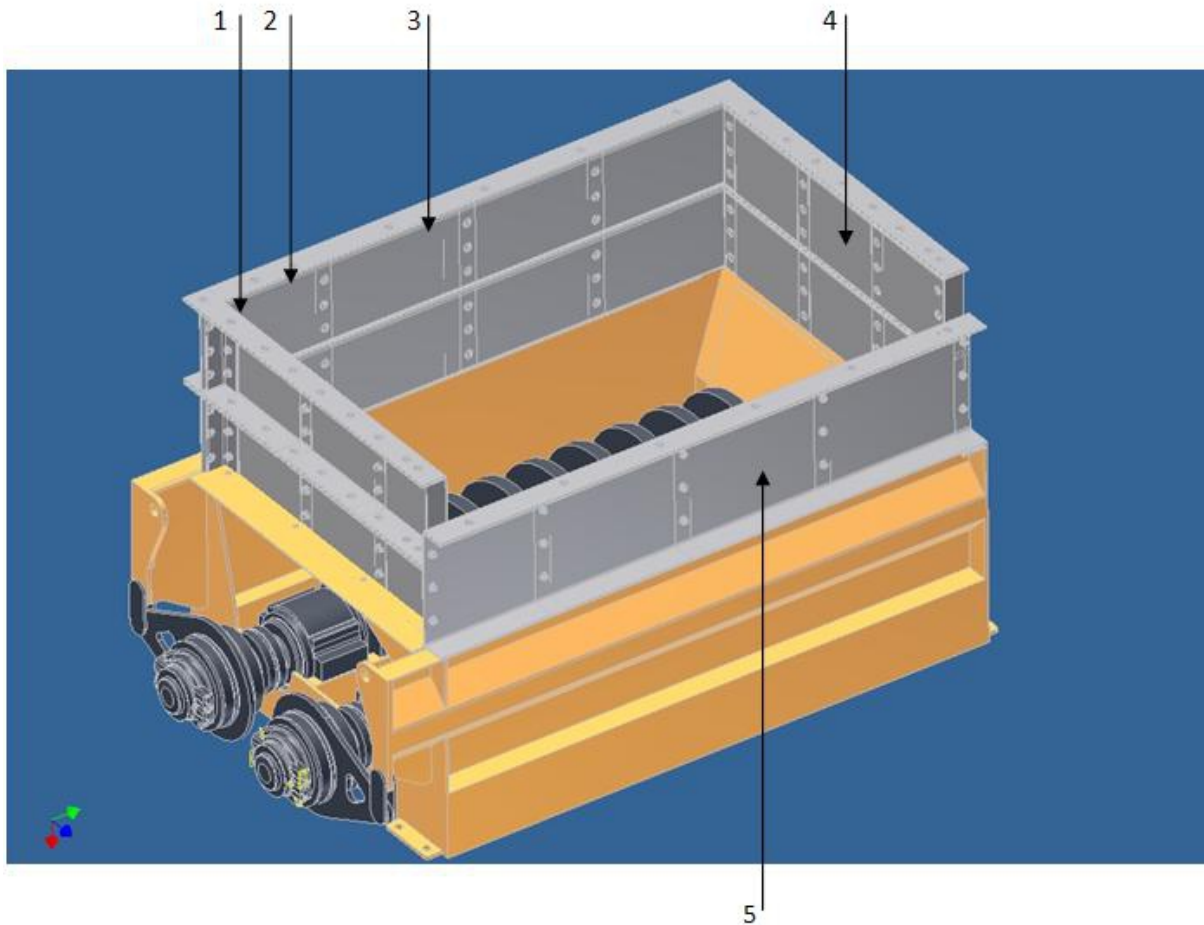
Løsningsforslag 2 er det valgte løsningsforslag og kan derfor ses i hovedrapporten.

### 3.3 Løsningsforslag 3

Tragten består af 5 forskellige moduler<sup>6</sup>. Pladerne har en L- form, men anderledes princip end i løsningsforslag 2. Her er godstykkelsen 8 mm, men i siderne halveret, for at pladerne kan lægges over hinanden. Derved får tragten en jævn indvendig flade. Der skal anvendes rundbolte for at undgå ophobning af affald. Der er vinkeljern i hjørnerne for at samle tragtenes sider og fladern i top og bund for at holde sammen på modulerne.

---

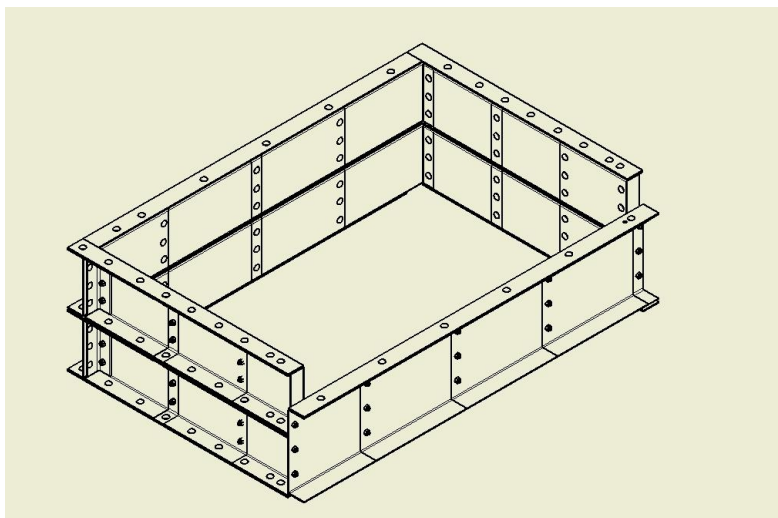
<sup>6</sup> Se figur 11



Figur 11 Tragt løsningsforslag 3

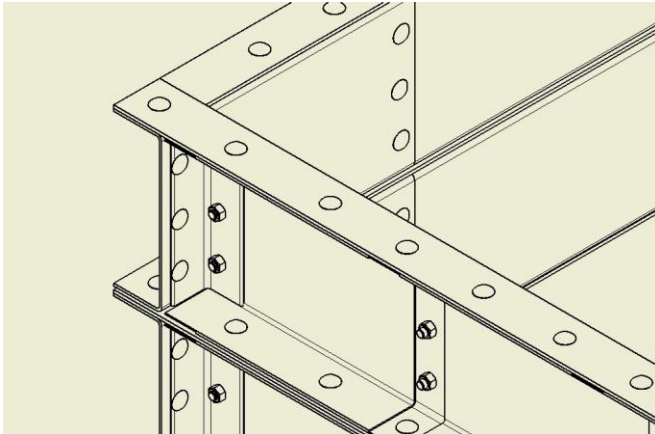
Den samlede højde er ca.1 m, men består af 2 moduler ovenpå hinanden i modsætning til løsningsforslag 1 og 2, som har større moduler.

Det tungeste modul måler h:1000 mm x b:500 mm med en vægt på 45 kg.



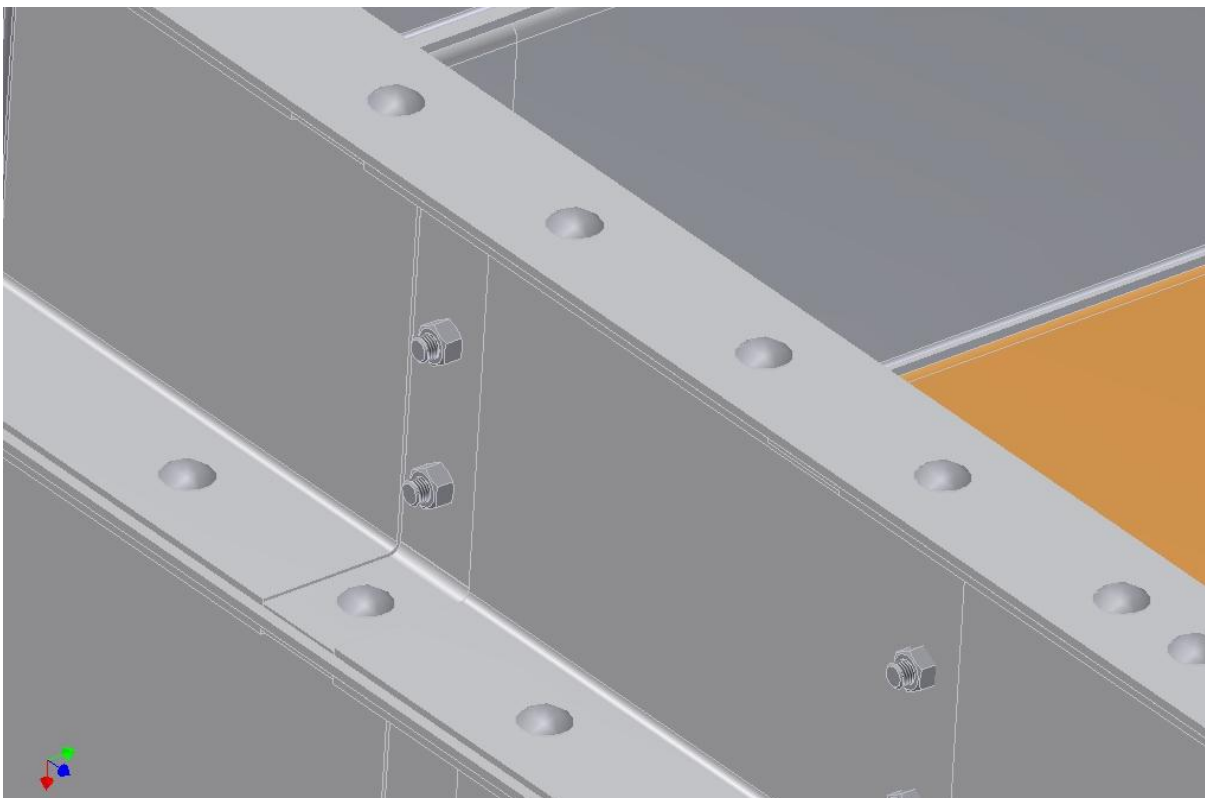
Figur 12 IDW- tegning af tragt



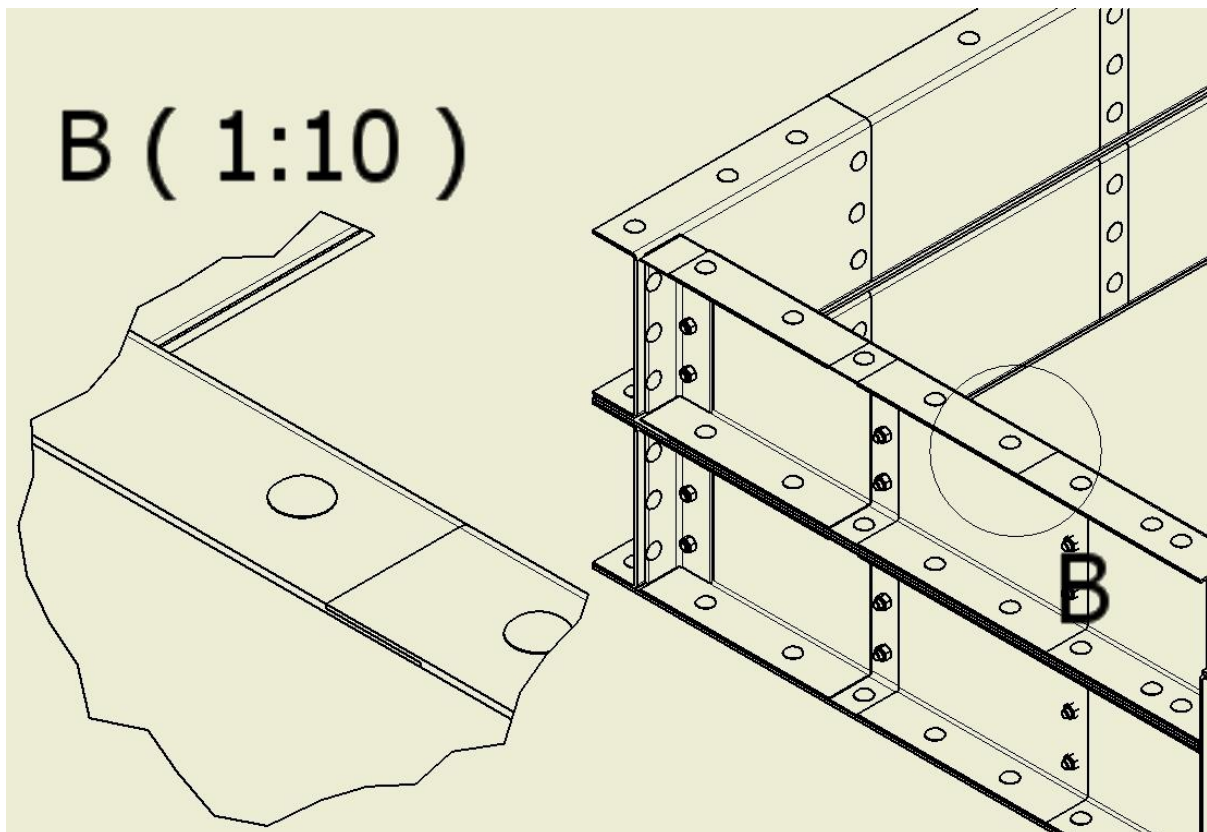


Figur 13 Vinkeljern samler de to sider

Herunder ses samling, hvor pladerne er 4 mm i siden og lagt over hinanden, så samlet tykkelse er 8 mm.



Figur 14 Samling

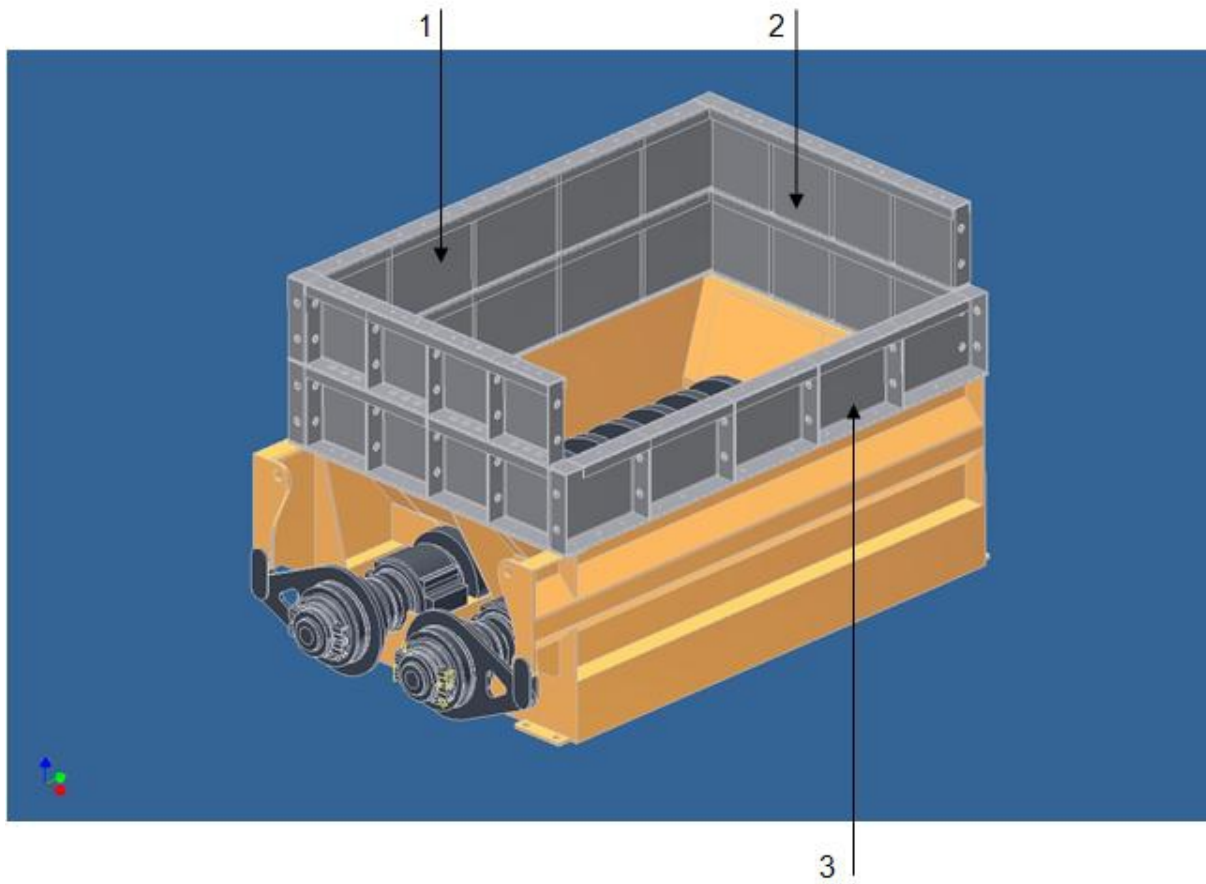


Figur 15 IDW-tegning af samling

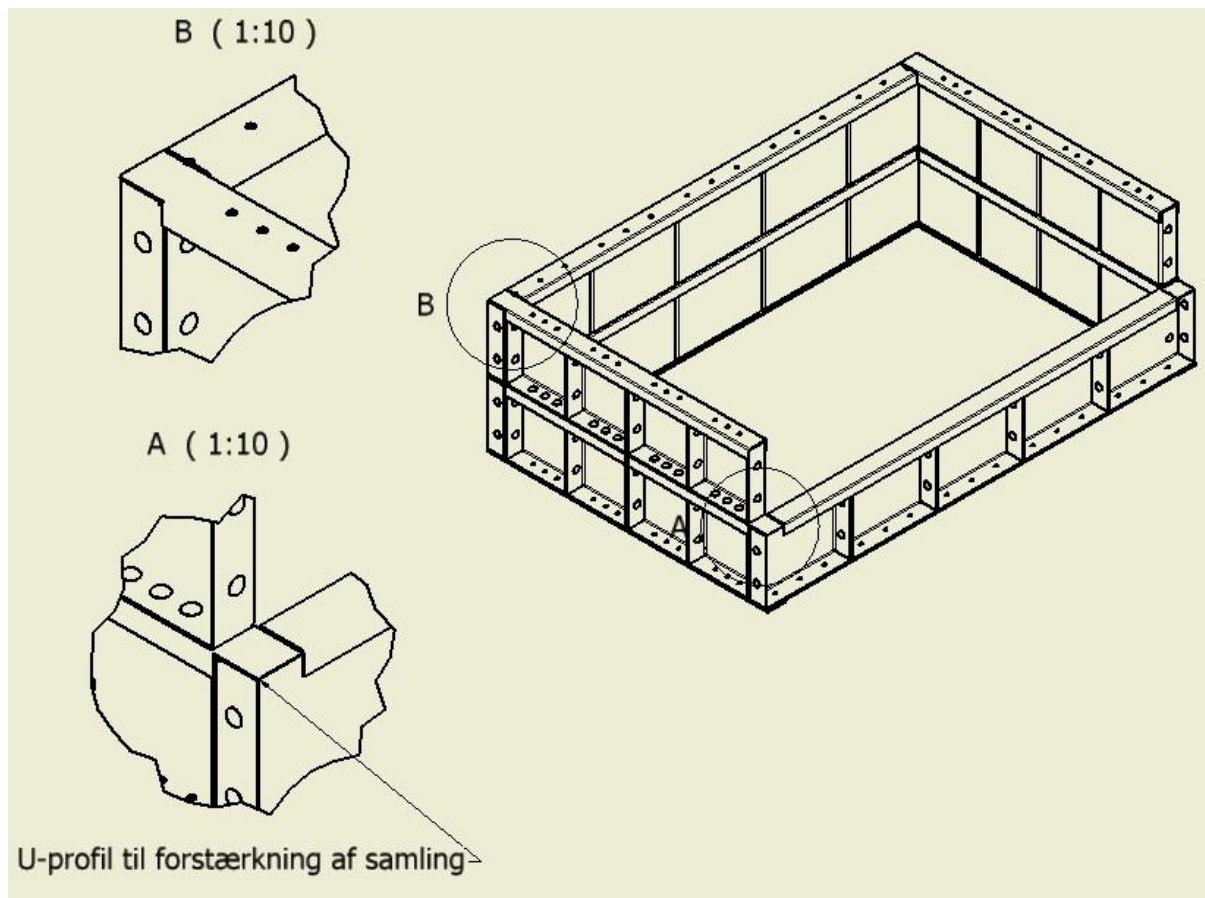
### 3.4 Løsningsforslag 4

Tragten består af 3 forskellige moduler i alt. Princippet er, at hver plade bukkes på alle 4 sider og boltes sammen. Det ligner små kasser. Det støttes med et U-profil ovenpå. Der er fladjern mellem hvert lag og i top og bund for at holde modulerne sammen. Der er vinkeljern i hjørnerne.

Det tungeste modul måler h:700 mm x b:500 mm med en vægt på 43 kg.



Figur 16 Tragt løsningsforslag 4

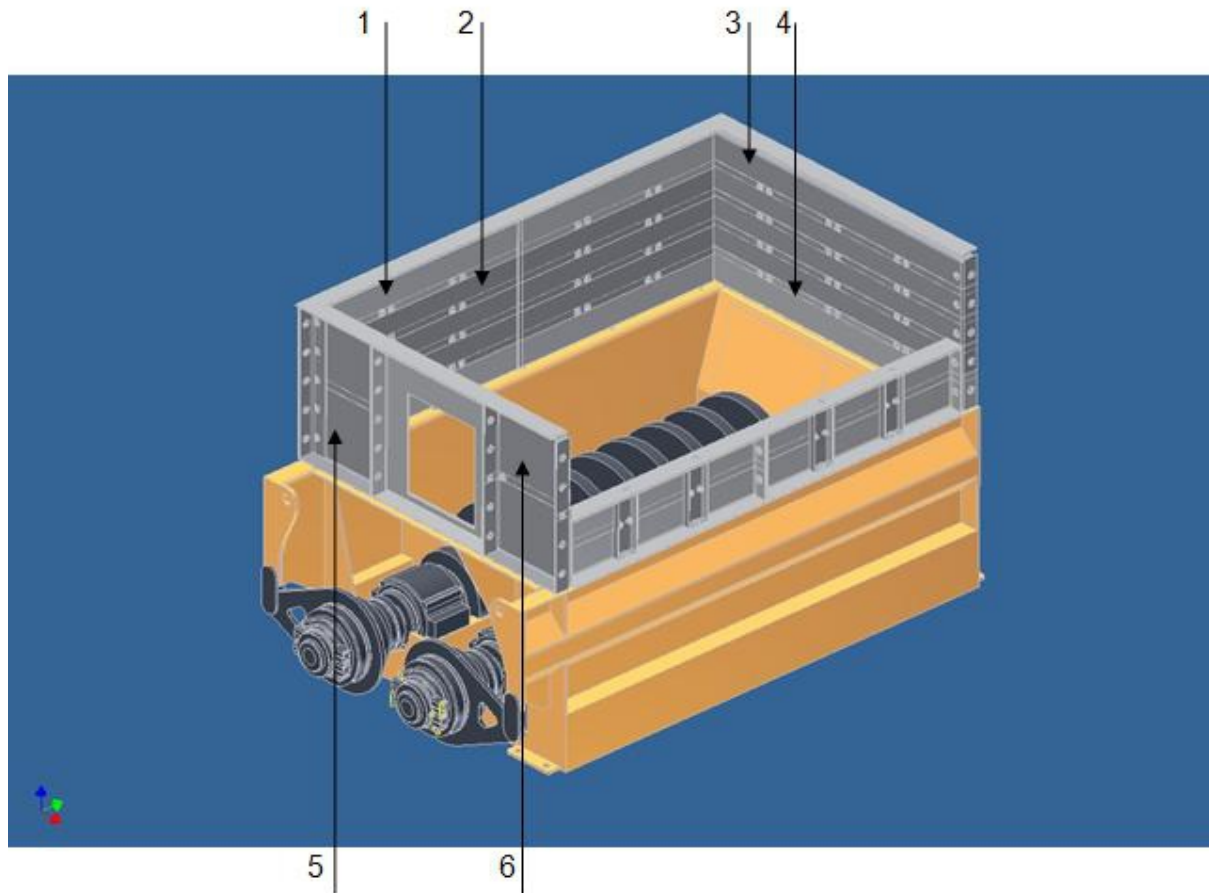


Figur 17 IDW-Tegning af løsningsforslag 4

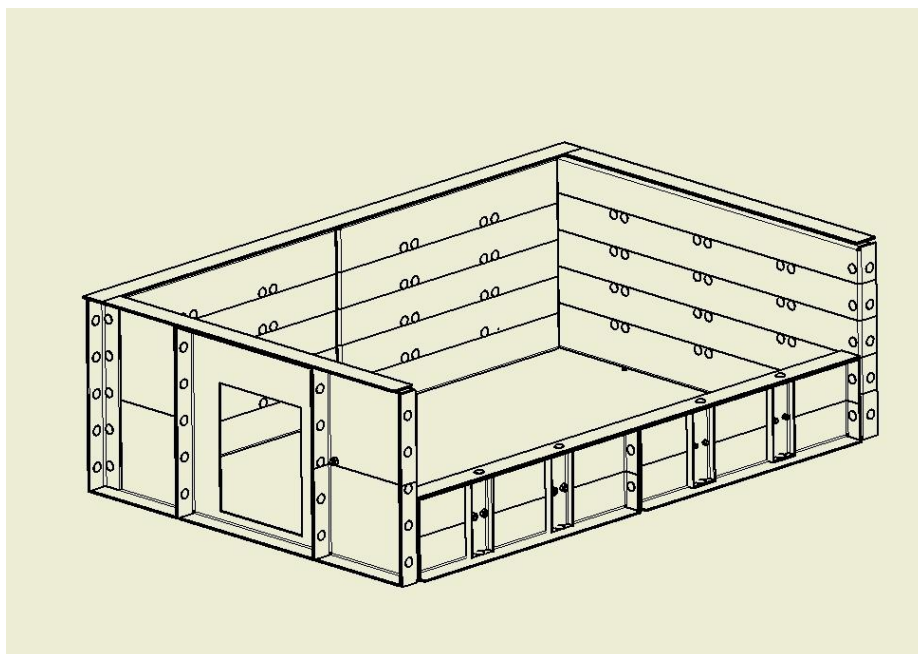
### 3.5 Løsningsforslag 5

Tragten består af 6 forskellige moduler<sup>7</sup>. Modulerne er aflange og samles på langs. Princippet er det samme som i løsningsforslag 3. Pladerne har en L- form og en godstykkelse på 8 mm, men er halveret i siderne, for at pladerne kan lægges over hinanden. Derved får tragten en jævn indvendig flade. Tragten forstærkes ved hjælp af U- profiler, som ligger modsat samleretningen (i modsætning til i løsningsforslag 3). Dvs. U- profilerne monteres vertikalt. Det tungeste modul måler h:250mm x b:2300 mm med en vægt på 48 kg. Dette sidste løsningsforslag har vi valgt at vise med åbning til servicedøren, da man ikke bare kan fjerne et modul, som i de foregående løsningsforslag.

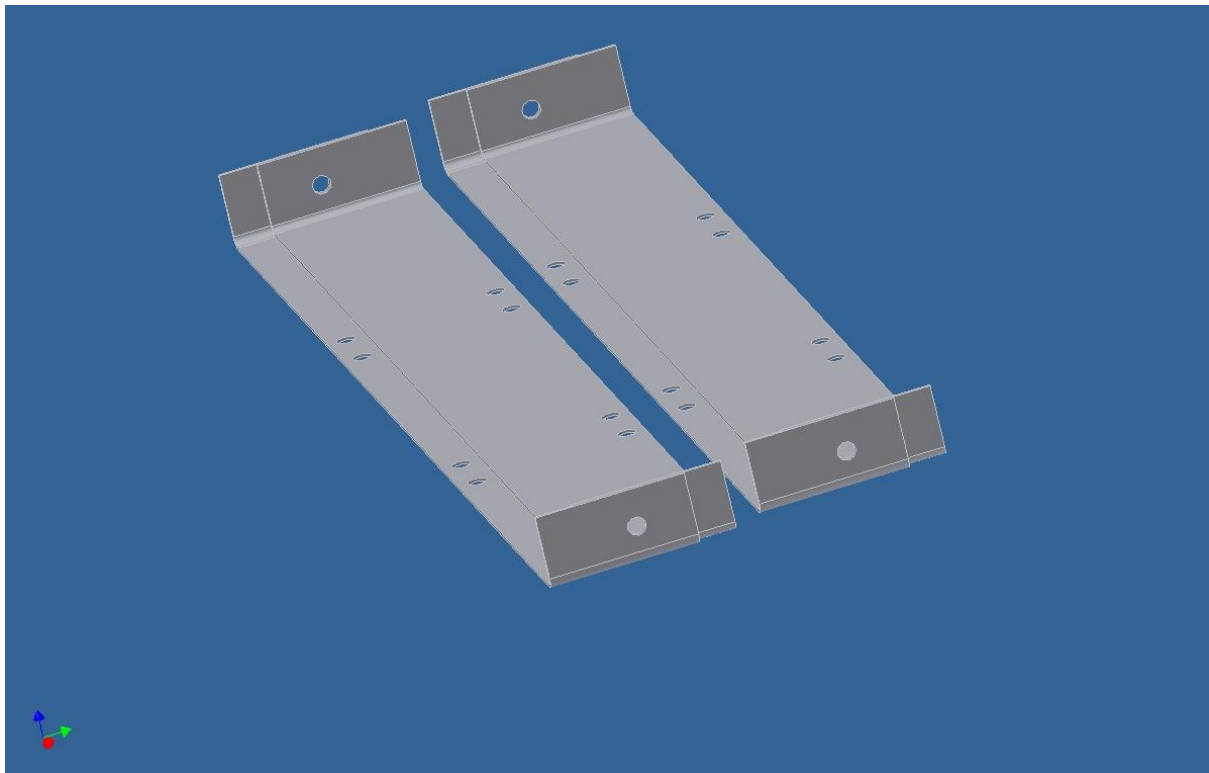
<sup>7</sup> Se figur 18



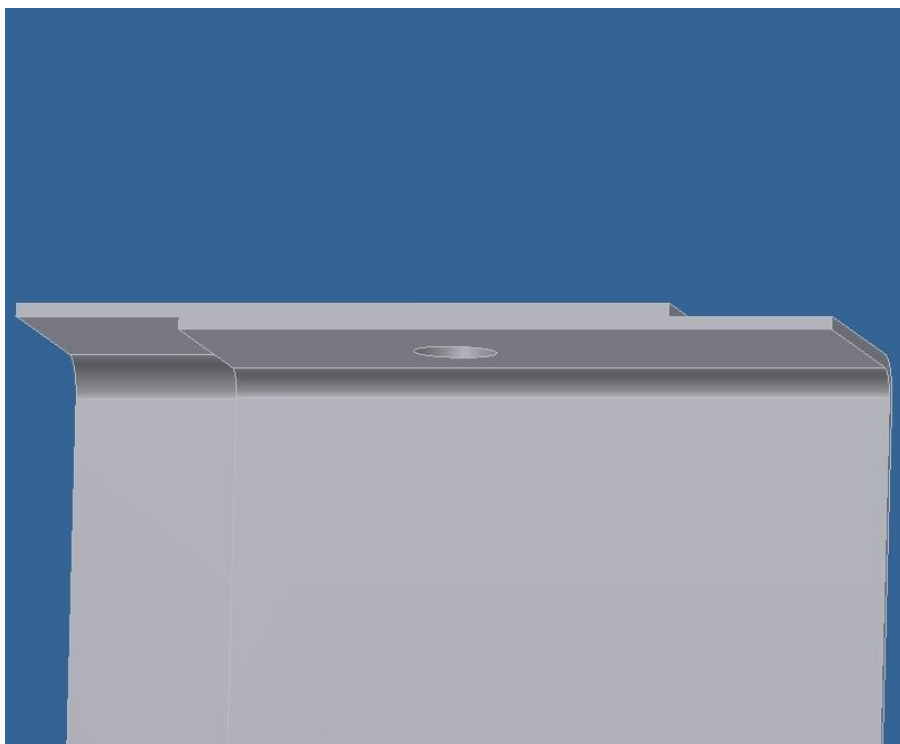
Figur 18 Tragt løsningsforslag 5



Figur 19 IDW-tegning af tragt



Figur 20 Moduler med L-form



Figur 21 Modul detaljeret



### 3.6 SWOT-analyse

#### 3.6.1 Løsningsforslag 1

<b>SWOT 1</b>	
<b>Styrker:</b>	<b>Svagheder:</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Kun 3 forskellige moduler</li><li>• U-profiler forstærker samlinger</li><li>• Nem montage-lige moduler</li><li>• Billig production</li><li>• Ingen spalter</li><li>• Dobbelt række bolte</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Mange boltesamlinger</li></ul>
<b>Muligheder:</b>	<b>Trusler:</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Boltene kan besigtiges og efterspændes om nødvendigt</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Boltene kan måske rokke sig løse</li><li>• Det tungeste modul vejer: 70 kg og måler h:1000mm b:900mm medfører de skal løftes med løftekran</li></ul>

Figur 22 SWOT1

### 3.6.2 Løsningsforslag 2

Dette er til den valgte løsning og kan derfor ses i hovedrapporten.

### 3.6.3 Løsningsforslag 3

<b>SWOT 3</b>	
<b>Styrker:</b>	<b>Svagheder:</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Nem montage</li><li>• Bukkes kun i top og bund - ikke i siderne</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Dyr at producere, da modulerne skal plasmaskæres</li><li>• Mange boltesamlinger</li><li>• Mangel på afstivning</li><li>• Modulerne skal lægges i flere lag, for at opnå minimumshøjden på 1 m. Tidskrævende.</li></ul>
<b>Muligheder:</b>	<b>Trusler:</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• To mand kan løfte modulerne</li><li>• Det tungeste modul måler: h:1000mm x b:500mm med en vægt på 45 kg.</li><li>• Boltene kan besigtiges og efterspændes om nødvendigt</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Boltene kan måske rokke sig løse</li></ul>

Figur 23 SWOT3



### 3.6.4 Løsningsforslag 4

<b>SWOT 4</b>	
<b>Styrker:</b>	<b>Svagheder:</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Nem montage pga. små og ens moduler</li><li>• Ikke brug for afstivere</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Mange buk</li><li>• Mange boltesamlinger</li><li>• Modulerne skal lægges i flere lag, for at opnå minimumshøjden på 1 m- tager lang tid at samle</li></ul>
<b>Muligheder:</b>	<b>Trusler:</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• To mand kan løfte modulerne</li><li>• Det tungeste modul måler: h:700mm x b:500 mm med en vægt på 43 kg.</li><li>• Boltene kan besigtiges og efterspændes om nødvendigt</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Boltene kan måske rokke sig løse</li><li>• Svære at stable</li></ul>

Figur 24 SWOT4

### 3.6.5 Løsningsforslag 5

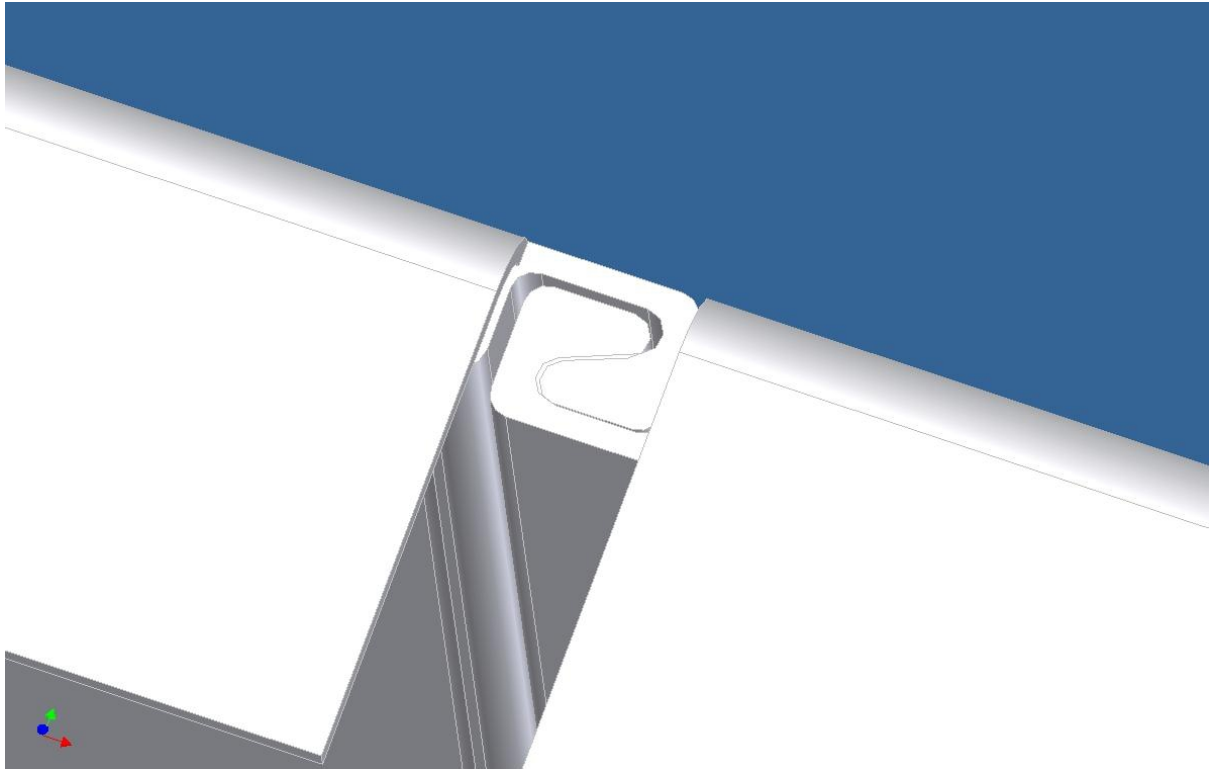
<b>SWOT 5</b>	
<b>Styrker:</b>	<b>Svagheder:</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• U-profiler forstærker tragten</li><li>• Nem montage</li><li>• Begrænset bukning</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Dyr at producere, da modulerne skal plasmaskæres</li></ul>
<b>Muligheder:</b>	<b>Trusler:</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• To mand kan løfte modulerne</li><li>• Det tungeste modul måler: h:250mm x b:2300mm med en vægt på 48 kg</li><li>• Boltene kan besigtiges og efterspændes om nødvendigt</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Boltene kan måske rokke sig løse</li></ul>

Figur 25 SWOT5

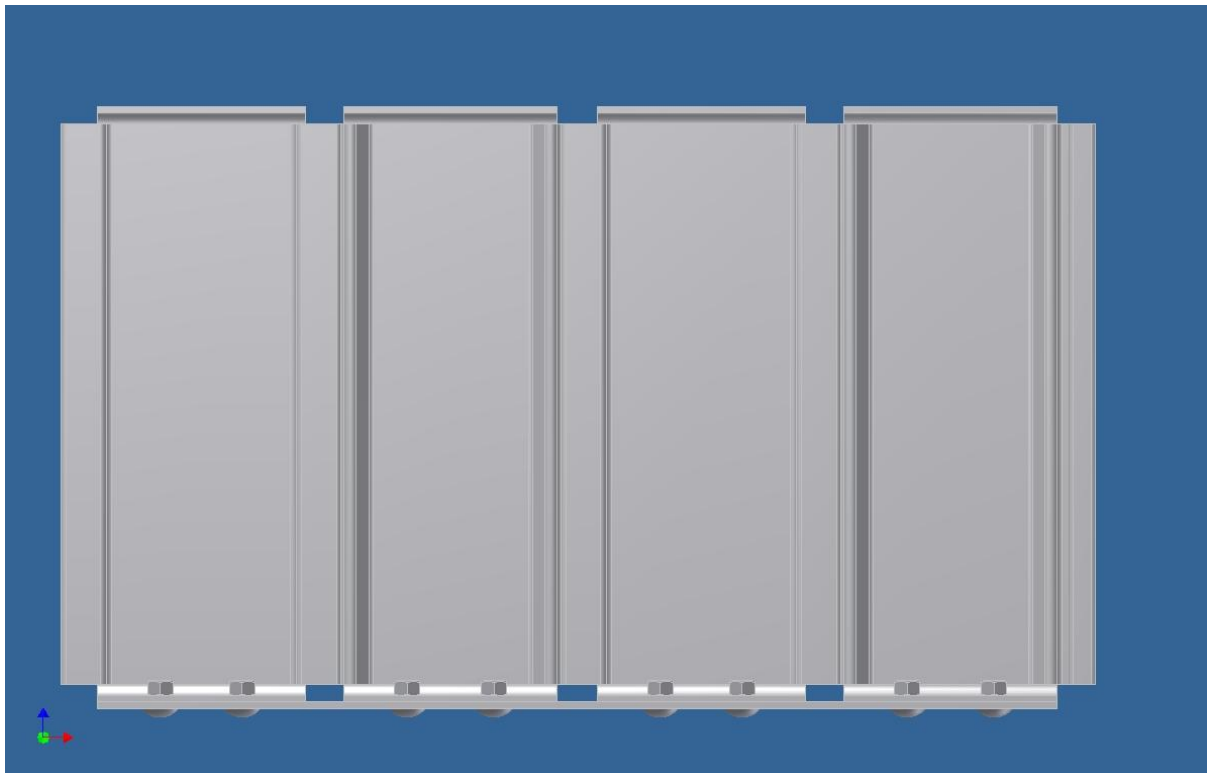
### 3.7 Ekstra principper

Herunder vises to ekstra sammenføjningsprincipper, som dog begge er skrottet, da vi ikke fandt dem egnede til løsningsforslag.

#### 3.7.1 Klikfunktion med lim



Figur 26 Klikfunktion med mellemrum til lim

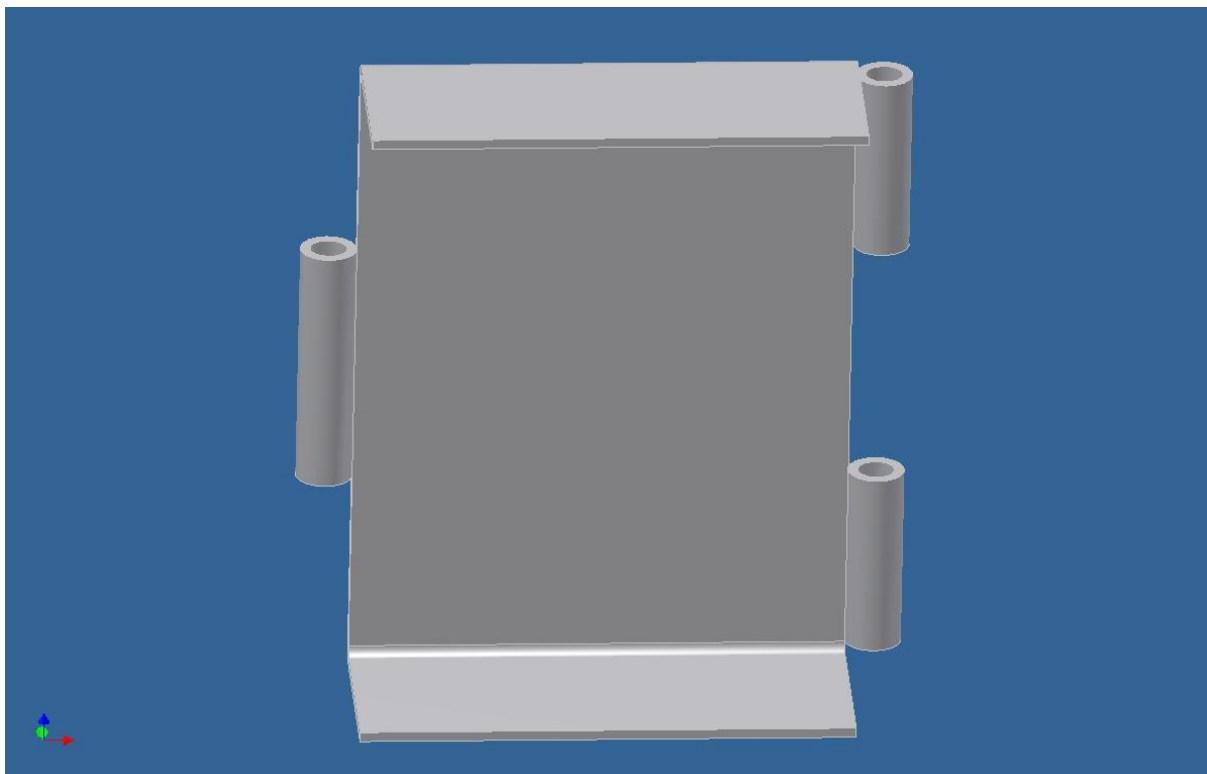


Figur 27 Princip med klikfunktion

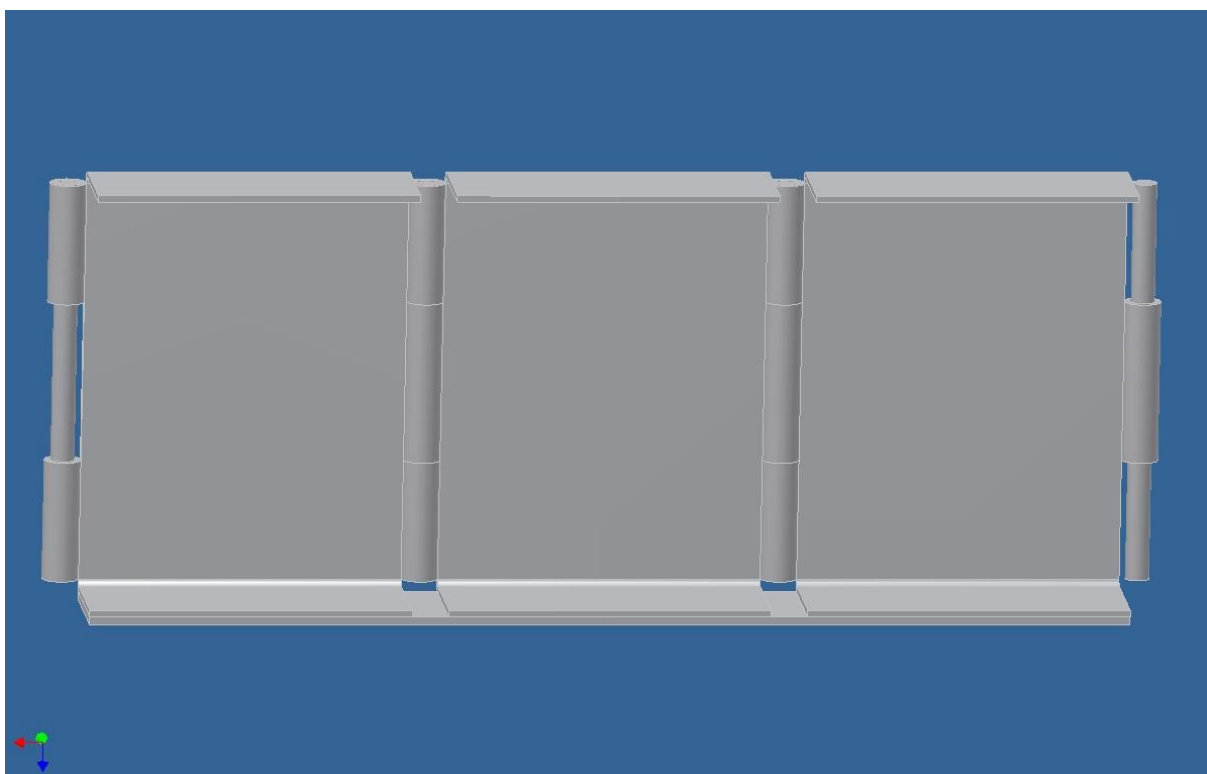
- Alternativ løsning til samling af stålkonstruktion. Det vides ikke, om et kliksystem kan holde til belastningen, eller om pladerne på trods af kliksystem og ”lim” vil glide fra hinanden.
- Der er undersøgt forskellige højkomponente materialer/limtyper herunder anerobe låselime, cyanoacrylatlim og epoxylim. For alle gælder, at det største problem ved konstruktionslimning ligger i at opnå rene overflader at lime på<sup>8</sup>. Det viser sig gang på gang, at når dårlige resultater opnås, skyldes det ikke materialevalget men ufuldstændig afrensning af overfladerne eller forkert opbevaring af afrensede limemner.
- Den væsentligste årsag til at dette sammenføjningsprincip skrottes, er, at et af kravene fra Metso Denmark A/S er, at det skal være en nem og billig løsning, hvilket vi ikke mener dette er.

<sup>8</sup> Dansk forening for apparatteknik: Håndbog i Limningsteknik.

### 3.7.2 Splitfunktion



Figur 28 Modul til splitfunktion



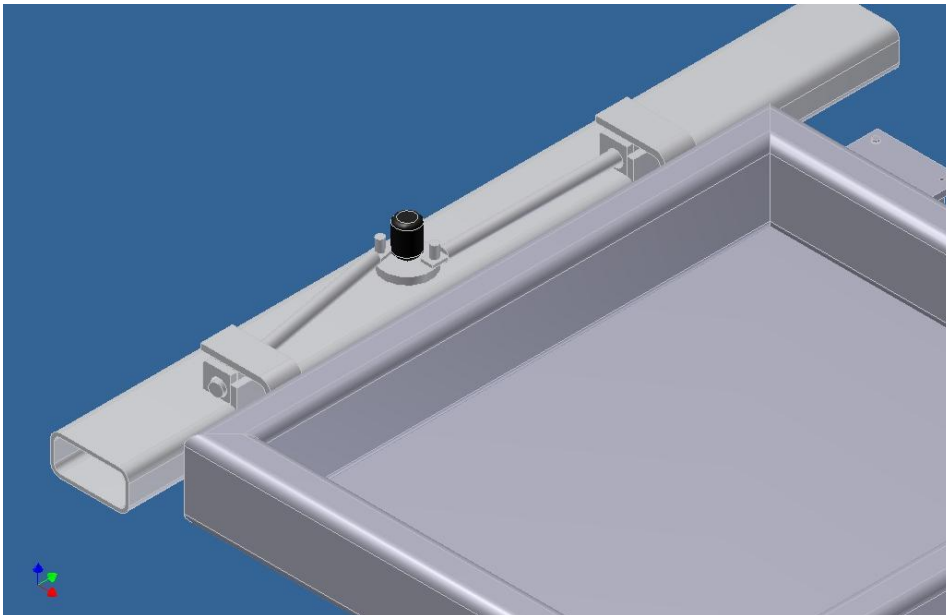
Figur 29 Princip med splitfunktion

- Samling med splitfunktion. Det vurderes, at dette ikke vil kunne holde, da det formentlig vil rasle fra hinanden, derfor skrotes det.
- Desuden er der mange større spalter, som ikke vil blive lukket af affald.

### 3.8 Automatisk servicedør

#### 3.8.1 Løsning 1

En lille motor drejer en kvart omgang for at åbne og en kvart omgang tilbage for at låse døren.



Figur 30 Løsning 1

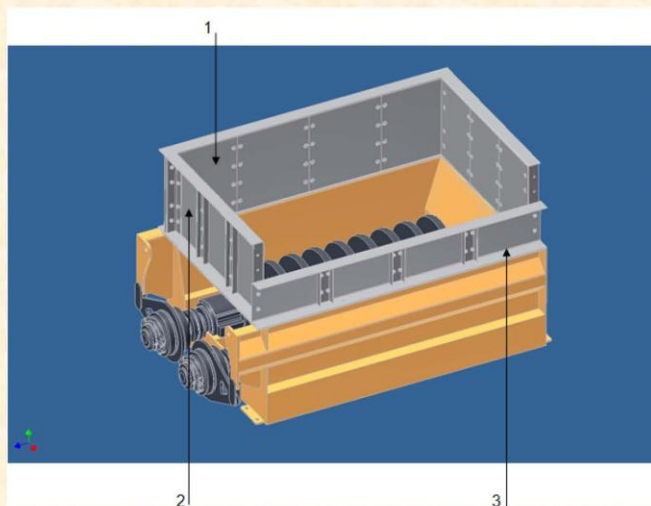
#### 3.8.2 Løsning 2

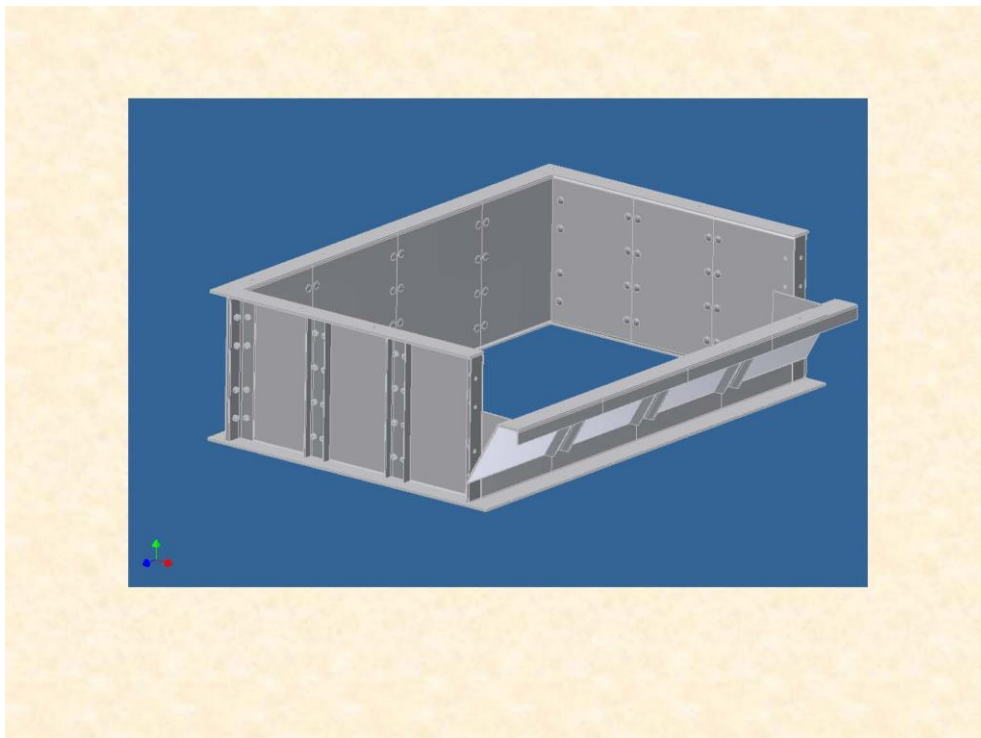
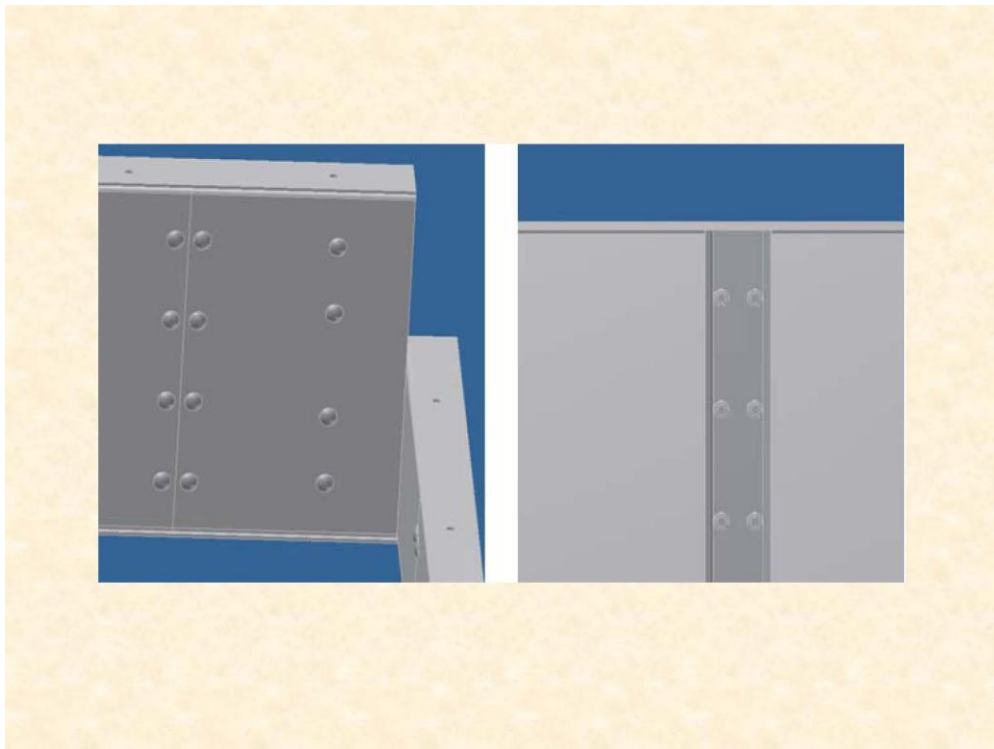
Løsning 2 er valgt og kan derfor ses i hovedrapporten.

#### 4 PowerPoint præsentation til Metso Denmark A/S

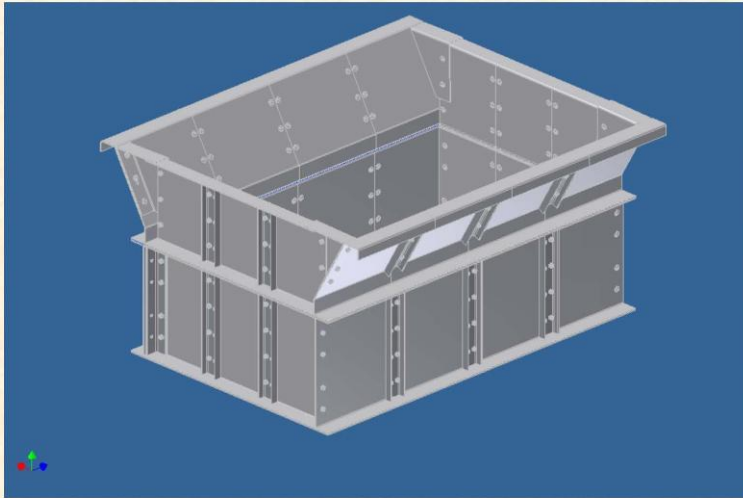
Løsningsforslag  
Af  
Marianne & Faraidon

Løsningsforslag 1





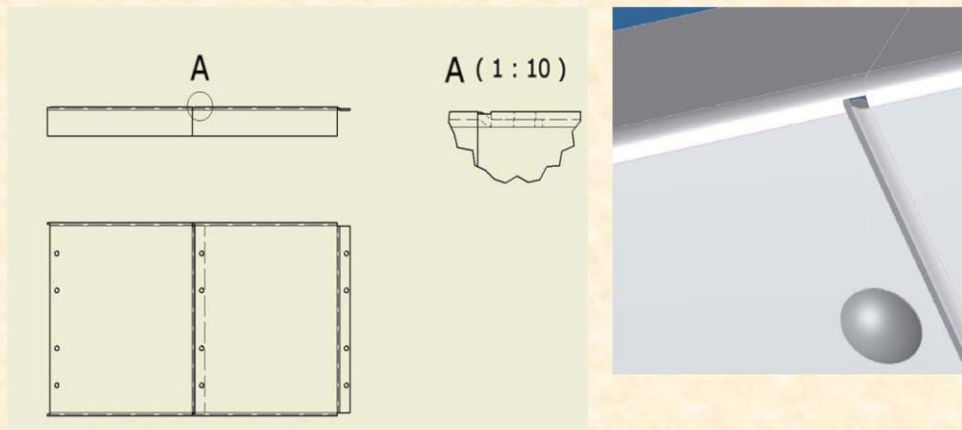
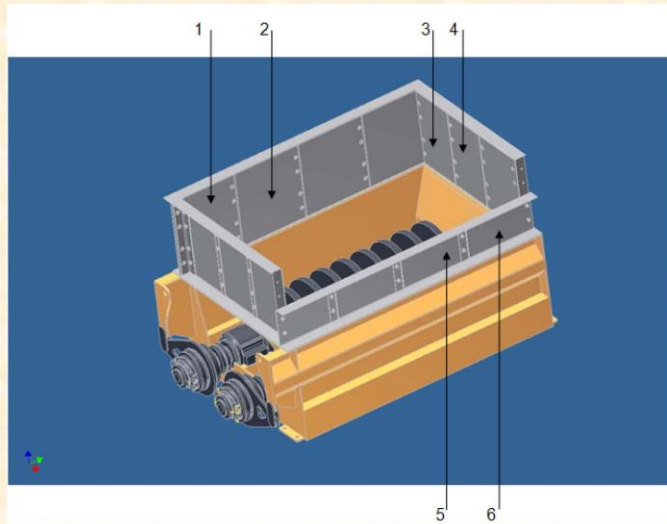


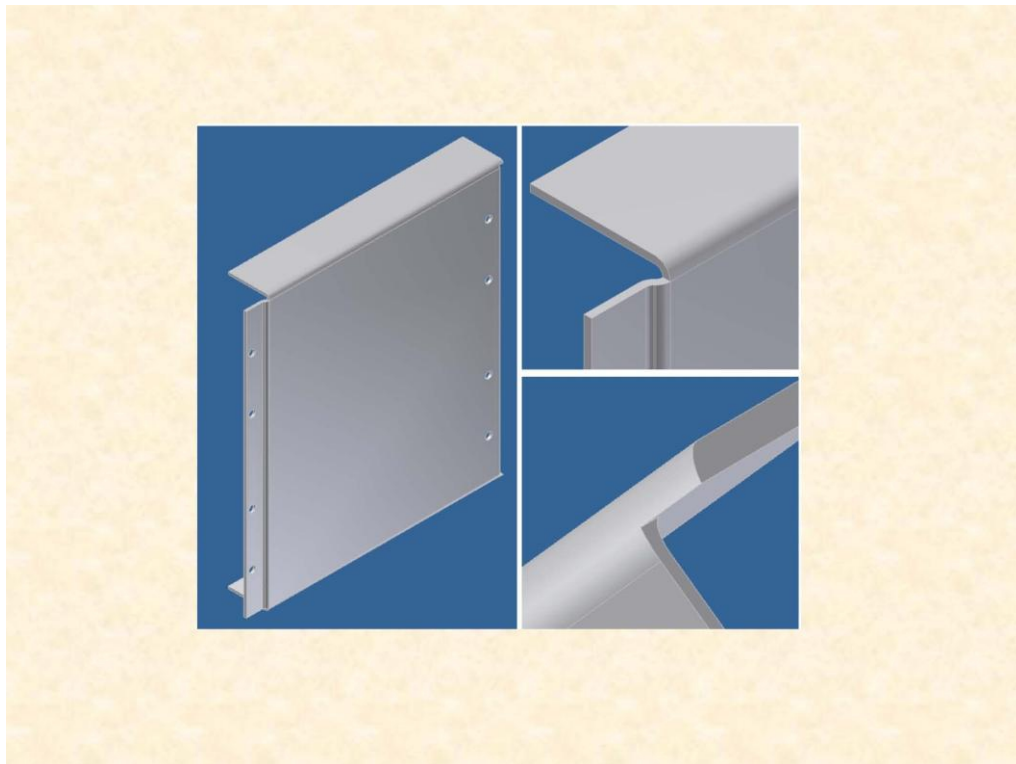


## SWOT 1

<b>Styrker:</b>	<b>Svagheder:</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Kun 3 forskellige moduler</li><li>• U-profiler forstærker samlinger</li><li>• Nem montage-lige moduler</li><li>• Billig production</li><li>• Ingen spalter</li><li>• Dobbelt række bolte</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Mange boltesamlinger</li></ul>
<b>Muligheder:</b>	<b>Trusler:</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Boltene kan besigtiges og efterspændes om nødvendigt</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Boltene kan måske røkke sig løse</li><li>• Det tungeste modul vejer: 70 kg og måler h:1000mm b:900mm d:8mm medfører de skal løftes med løftekran</li></ul>

## Løsningsforslag 2



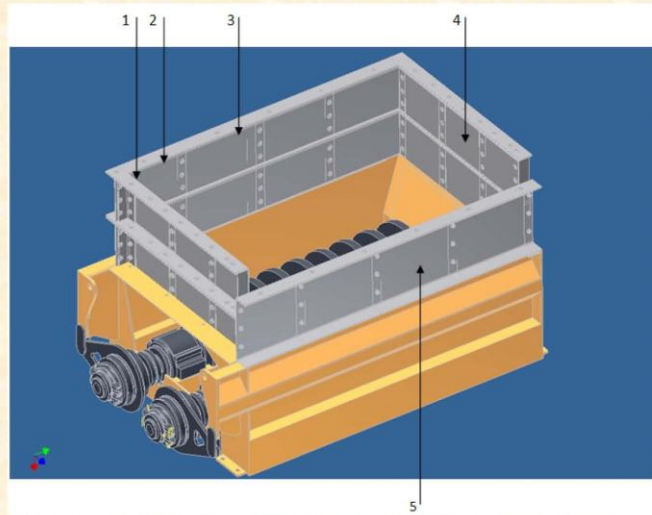


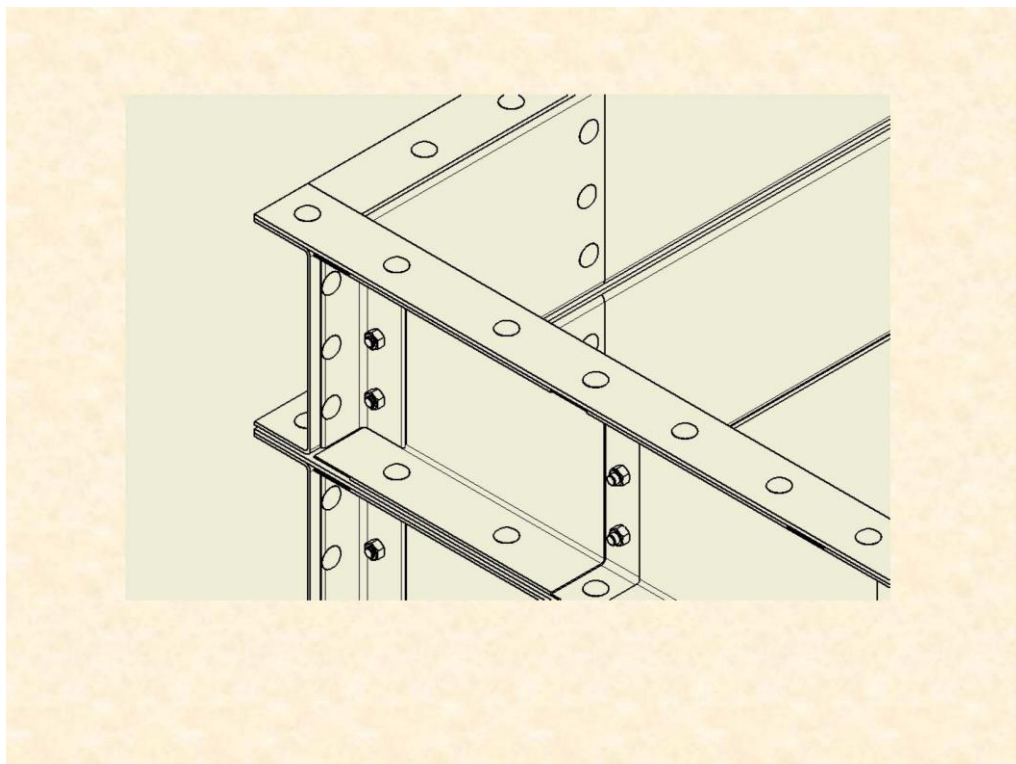
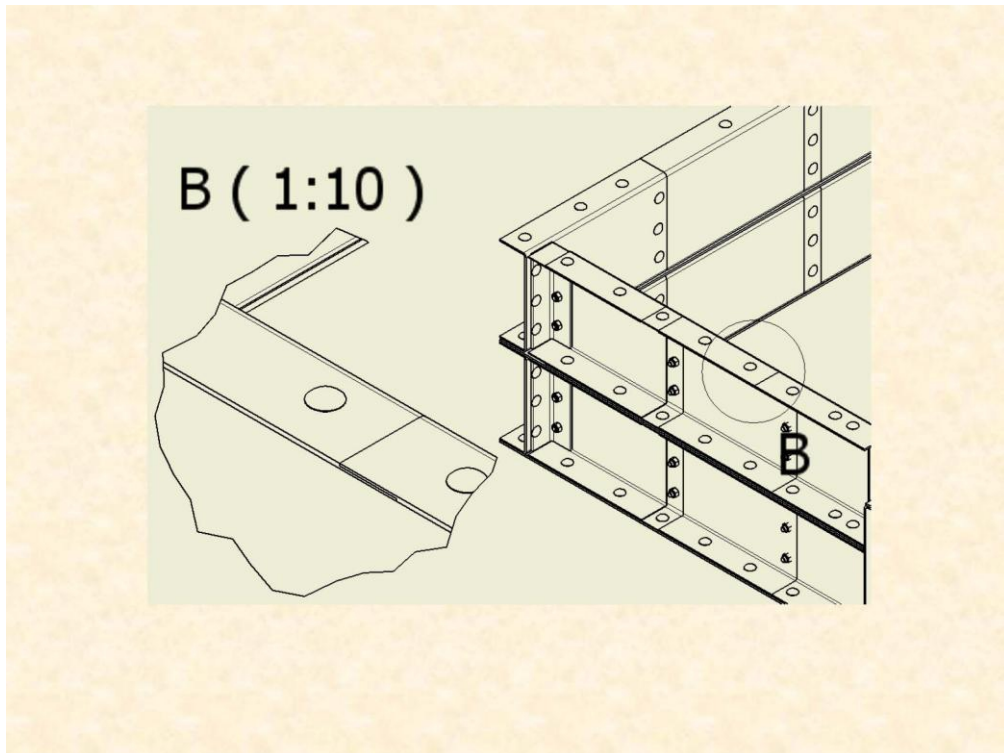
## SWOT 2

<b>Styrker:</b>	<b>Svagheder:</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Stærke i samlinger pga. Dobbelt lag stål 2x8mm</li><li>• Modulerne støtter hinanden så de ikke glider fra hinanden</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Spalter i samlinger</li><li>• Ingen afstivere som forstærker</li><li>• Mange boltesamlinger</li><li>• Bolte kun i en række</li><li>• Dyr at producere pga. modulerne skal bukkes i L-form</li></ul>
<b>Muligheder:</b>	<b>Trusler:</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Boltene kan besigtiges og efterspændes om nødvendigt</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Risiko for at boltene kan røkke sig løse</li><li>• Moduler skal løftes med løftekran, da de største måler h:1000mm b:900 d:8 og vejer 75 kg</li></ul>



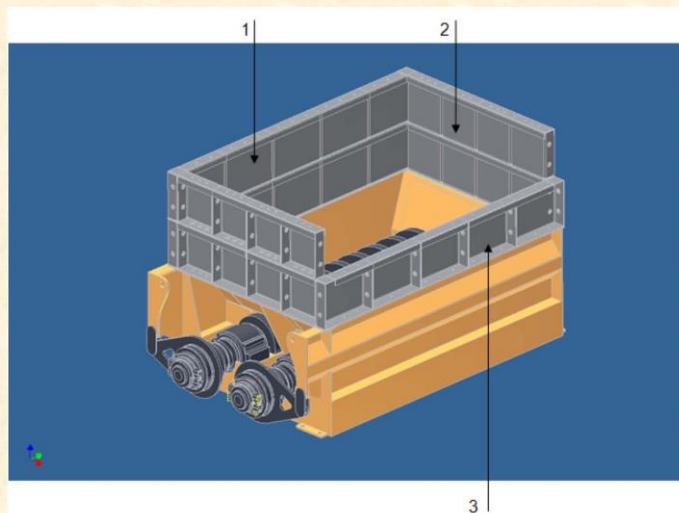
## Løsningsforslag 3



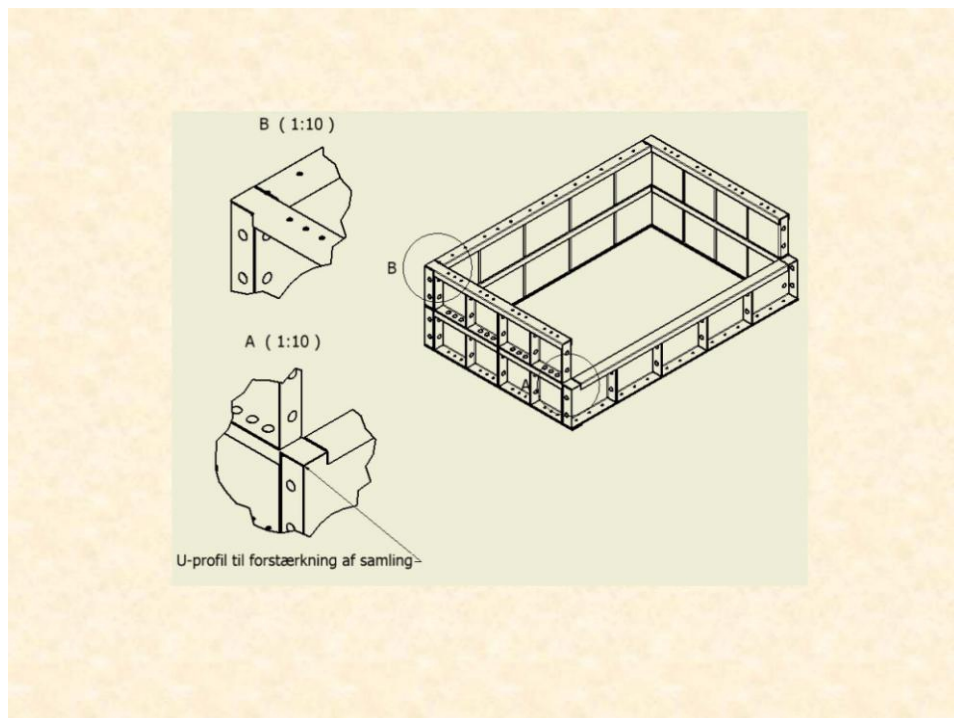


<b>SWOT 3</b>	
<b>Styrker:</b>	<b>Svagheder:</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Nem montage</li><li>• Bukkes kun i top og bund - ikke i siderne</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Dyr at producere, da modulerne skal plasmaskæres</li><li>• Mange boltesamlinger</li><li>• Mangel på afstivning</li><li>• Modulerne skal lægges i flere lag, for at opnå minimumshøjden på 1 m. Tidskrævende.</li></ul>
<b>Muligheder:</b>	<b>Trusler:</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• To mand kan løfte modulerne</li><li>• Det tungeste modul måler: h:1000mm x b:500 mm med en vægt på 45 kg.</li><li>• Boltene kan besigtiges og efterspændes om nødvendigt</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Boltene kan måske rokke sig løse</li></ul>

## Løsningsforslag 4

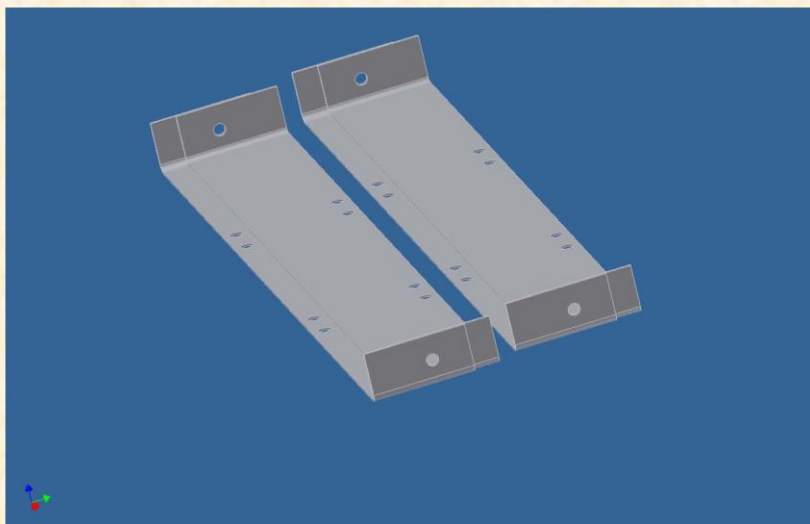
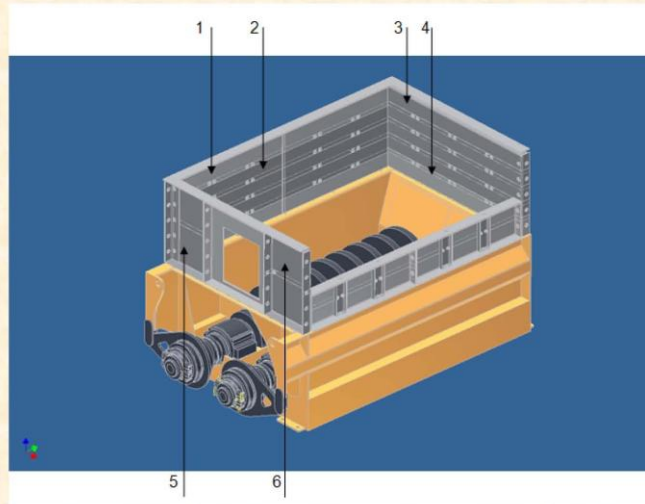




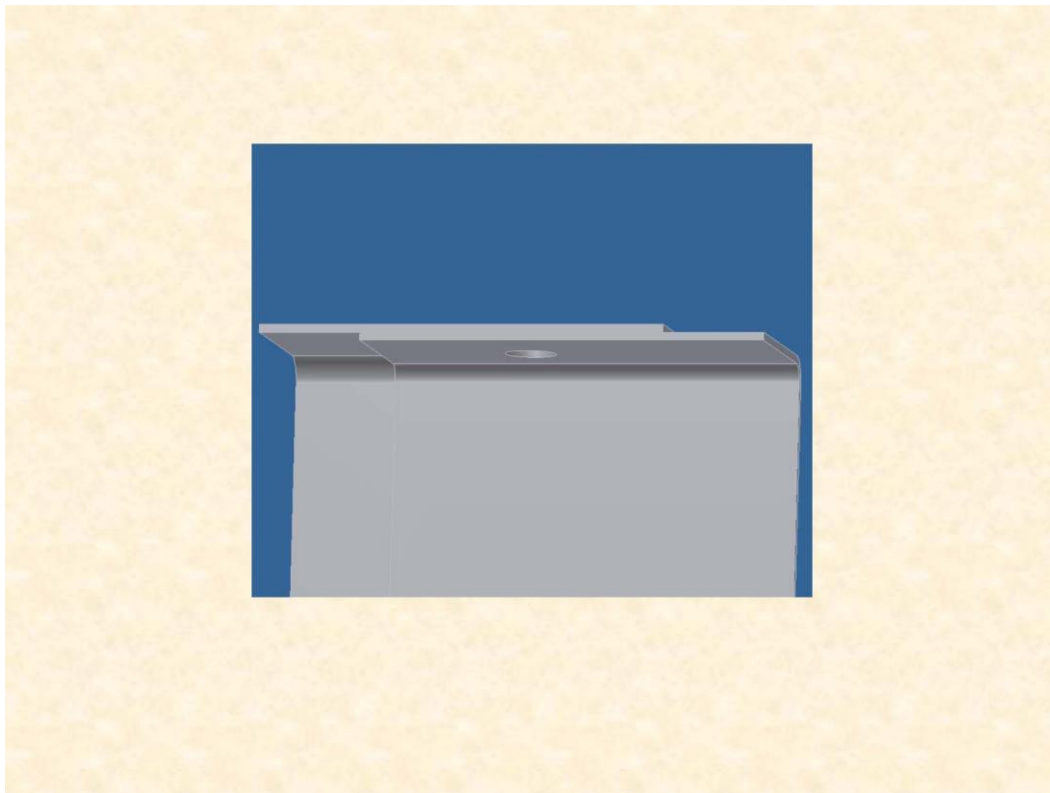


<b>SWOT 4</b>	
<p><b>Styrker:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nem montage pga. små og ens moduler</li> <li>• Ikke brug for afstivere</li> </ul>	<p><b>Svagheder:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mange buk</li> <li>• Mange boltesamlinger</li> <li>• Modulerne skal lægges i flere lag, for at opnå minimumshøjden på 1 m- tager lang tid at samle</li> </ul>
<p><b>Muligheder:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• To mand kan løfte modulerne</li> <li>• Det tungeste modul måler: h:700mm x b:500 mm med en vægt på 43 kg.</li> <li>• Boltene kan besigtiges og efterspændes om nødvendigt</li> </ul>	<p><b>Trusler:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Boltene kan måske røkke sig løse</li> <li>• Svære at stable</li> </ul>

## Løsningsforslag 5



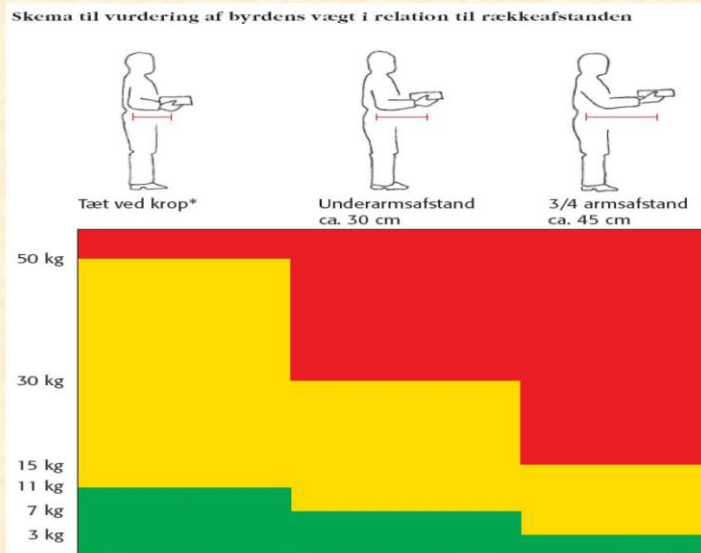




## SWOT 5

<b>Styrker:</b>	<b>Svagheder:</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• U-profiler forstærker tragten</li><li>• Nem montage</li><li>• Begrænset bukning</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Dyr at producere, da modulerne skal plasmaskæres</li></ul>
<b>Muligheder:</b>	<b>Trusler:</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• To mand kan løfte modulerne</li><li>• Det tungeste modul måler: h:250mm x b:2300 mm med en vægt på 48 kg</li><li>• Boltene kan besigtiges og efterspændes om nødvendigt</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Boltene kan måske røkke sig løse</li></ul>

## Sikkerhed/arbejds miljø



## Løft pr. Dag

- **Ca. 10 ton pr. dag for løft tæt ved kroppen**
- **Ca. 6 ton pr. dag for løft i underarmsafstand**
- **Ca. 3 ton pr. dag for løft i  $\frac{3}{4}$  armafstand**
- **Det samlede antal må ikke overskride 100 pct.**
- **Vægten af byrder ved to-personers løft må maksimalt udgøre ca.70 pct. af, hvad den enkelte ellers kunne løfte**

## 5 Mathcad Bolteberegninger

Det viste modul har Nr.71 02 01

### Bolteberegninger:

Modul med 10 x M12 kvalitet 10.1 skal analyseres for at se om de kan holde til en belastning på 11.1 kN.

Der undersøges for:

- For friktionssamlinger i anvendelsestilstand
- For hulrandsbæreevne
- Levetid

Antal bolte  $n_b := 10$

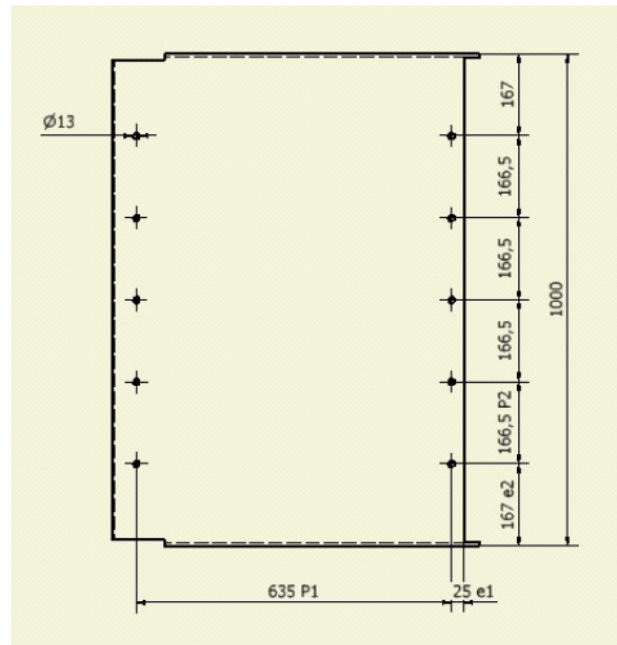
Bolte diameter  $d_b := 12 \cdot \text{mm}$

Huldiameter  $d_0 := 13 \cdot \text{mm}$

Huldiameteren er beregnet efter tabel 6.53 side 276 i Teknisk ståbi.

Dimensioner  $e_1 := 25 \cdot \text{mm}$   $e_2 := 167 \cdot \text{mm}$

$p_1 := 635 \cdot \text{mm}$   $p_2 := 166.5 \cdot \text{mm}$



Regningsmæssig last

$$F_s := 11.1 \text{ kN}$$

For 10.9 fås  $f_{ub} := 1000 \cdot \text{N} \cdot \text{mm}^{-2}$

Materiale for pladerne er S235  $f_y := 235 \cdot \text{N} \cdot \text{mm}^{-2}$   $f_u := 360 \cdot \text{N} \cdot \text{mm}^{-2}$

Pladetykkelse <16  $t := 6 \cdot \text{mm}$

Da pladerne er overfladebehandlet kan friktion opstå  $\mu := 0.4$

For boltene:

Areal  $A_b := \frac{\pi}{4} \cdot d_b^2$   $A_b = 113 \cdot \text{mm}^2$

Trækspændingsareal  $A_s := 84.3 \cdot \text{mm}^2$

Partialsikkerhedskoefficienter for samlinger (1993-1-8, tabel 2.1 side 18(da))

Brudgrænsetilstanden  $\gamma_{M2} := 1.25$

Anvendelsesgrænsetilstanden  $\gamma_{M3ser} := 1.1$

Forspænding af højstyrkebolte  $\gamma_{M7} := 1.1$

Anvendelsesgrænse:

Samlingerne analyseres som kategori C

Højest tilladelige  
Forspænding:

$$F_{pC} := \frac{(0.7 \cdot f_{ub} \cdot A_s)}{\gamma_{M7}}$$

(3.7 1993-1-8 side 30 da)

$$F_{pC} = 5.365 \times 10^4 \text{ N}$$

$$F_{pC} = 54 \text{ kN}$$

Højest tilladelige  
Forspændingsmoment:

$$M_k := \mu \cdot d_b \cdot F_{pC}$$

$$M_k = 257.498 \text{ J}$$

Den regningsmæssige  
friktionsbæreevne for en  
forspændt bolt klasse  
10.9

$$F_{sRd} = k_s \cdot n \cdot \mu \cdot F_{pC} \cdot \frac{1}{\gamma_{M3ser}} \quad (3.6)$$

Bolte i normale huller

$$k_s := 1$$

(Tabel 3.6)

Antal friktionsflader

$$n := 2$$

Den regningsmæssige  
friktionsbæreevne bliver:

$$F_{serd} := n_b \cdot k_s \cdot n \cdot \mu \cdot \frac{F_{pC}}{\gamma_{M3ser}}$$

$$F_{serd} = 3.901 \times 10^5 \text{ N}$$

$$F_{serd} = 390 \text{ kN}$$

Da 11.1 kN < 390 kN >> OK

Brudgrænsetilstand):

Her analyseres som en kategori A. Forskydningsmodstand og hulrandsbæreevne i boltene:

I henhold til tabel 3.4 side 27(da) fås:

Overklipningsbæreevne 
$$F_{vRd} = \frac{\alpha_v \cdot f_{ub} \cdot A_b}{\gamma_{M2}}$$

Hulrandsbæreevne 
$$F_{bRd} = \frac{k_1 \cdot a_b \cdot f_u \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

Der fås:

10.9 
$$\alpha_v := 0.5$$

Regningsmæssig overklipnings-  
bæreevne/bolt 
$$F_{vRd} := \frac{\alpha_v \cdot f_{ub} \cdot A_b \cdot n}{\gamma_{M2}}$$

$$F_{vRd} = 90.5 \cdot \text{kN}$$

I samlingen 
$$F_{vd} := n_b \cdot F_{vRd}$$

$$F_{vd} = 9.048 \times 10^5 \text{ N}$$

$$F_{vd} 905 \text{ kN}$$

Vedrørende hulrandsbæreevnen skal der inkluderes i analysen, hvorvidt nogle huller er placeret for tæt på kanten. Der regnes nu på den enkelte bolt:

I henhold til tabel 3.4 fås :

hulrandsbæreevnen 
$$F_{bRd(e,p)} = \frac{k_1 \cdot \alpha_b \cdot f_u \cdot d_0 \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

Navngivelse af boltene  $\begin{pmatrix} A & B \\ C & D \\ E & F \\ G & H \\ I & J \end{pmatrix}$  Det ses, at A=I og B=J og C=E=G og D=F=H , så A, B, C, D skal analyseres.

Der fås:

Bolt A er en indre kantbolt: 
$$A_{hr} := \frac{2.5 \cdot 1 f_u \cdot d_0 \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$A_{hr} = 56.2 \cdot \text{kN}$$

Bolt B er en ende kantbolt: 
$$B_{hr} := \frac{2.5 \cdot 1 f_u \cdot d_0 \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$B_{hr} = 56.2 \cdot \text{kN}$$

Bolt C er en indre indrebolt: 
$$C_{hr} := \frac{2.5 \cdot 1 \cdot f_u \cdot d_0 \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$C_{hr} = 56.2 \cdot \text{kN}$$

Bolt D er en indre endebolt: 
$$D_{hr} := \frac{2.5 \cdot 1 \cdot f_u \cdot d_0 \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$D_{hr} = 5.616 \times 10^4 \text{ N}$$



Således kan hulrandsbæreevnen i samlingen beregnes til:

$$F_{bd} := A_{hr} + B_{hr} + C_{hr} + D_{hr}$$

$$F_{bd} = 2.246 \times 10^5 \text{ N}$$

$$F_{bd} = 224.6 \text{ kN}$$

Hulrandsbæreevnen er afgørende, og da samlingens bæreevne er 224.6 kN > regningsmæssig last på 11.1 kN >> OK

#### Dynamiske beregninger (levetidsberegning):

Da her er tale om en dynamisk belastet konstruktion udføres der også dynamiske beregninger.

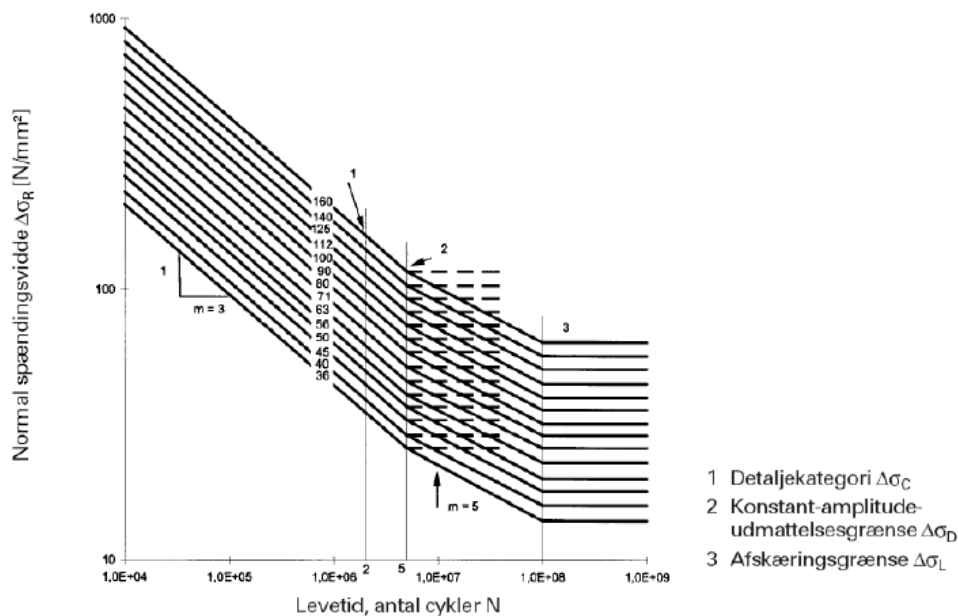
Referenceværdien for  
 udmattelsesstyrken  
 for skrueforbindelser:

$$\Delta\sigma_c := 50 \text{ MPa}$$

Udmattelseskurvens hældning:

$$m := 3$$

I henhold til figur 7 i 1993-1-9  
 Udmattelse side 15 (da).



Figur 7.1 – Udmattelseskurver for normalspændingsvidder



Normalspændingsvidden: 
$$\Delta\sigma_R := \frac{F_s}{A_s}$$

$$\Delta\sigma_R = 1.317 \times 10^8 \text{ Pa}$$

$$1.5 \cdot f_y = 3.525 \times 10^8 \text{ Pa}$$

$$\sigma_R \leq 1.5 \cdot f_y$$

**Da 131.6 MPa < 352 MPa >> OK**

Partialkoefficient ved  
udmattelse:

$$\gamma_{MF} := 1.15$$

I henhold til EN 1993-1-9 tabel 3.1  
side 1(da), sikker levetidsmetode.

Regningsmæssig levetid:

$$n_1 := \left( \frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{MF} \cdot \Delta\sigma_R} \right)^m \cdot 2 \cdot 10^6$$

I henhold til EN 1993-1-9  
Udmattelse, side 14(da)

$$n_1 = 7.2 \times 10^4$$

**Dvs. regningsmæssig levetid udtrykt ved antal påvirkninger er 72000 >> OK.**

## 6 Data ABC Bolte

### ABC Bolte – ISO 7380

<http://www.abc-bolte.dk/produkter/skruermindvendig6-kant/iso-7380/>

#### Skruer m. indvendig 6-kant

DIN 912

DIN 912 BSW / BSF / BA

DIN 912 UNC / UNF

DIN 913

DIN 914

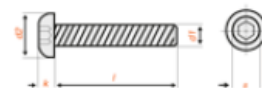
DIN 915

DIN 916 45 H

DIN 916 45 H BA

#### ISO 7380

Gevind, d	3	4	5	6	8	10	12				
Gevindstigning	0,50	0,70	0,80	1	1,25	1,50	1,75				
Hoveddiameter, d2	5,70	7,60	9,50	10,50	14	17,50	21				
Hovedhøjde, k	1,65	2,20	2,75	3,30	4,40	5,50	6,60				
Nøglevidde, n	2	2,50	3	4	5	6	8				



#### Produkt

#### Varenr.

Stål 10.9 Ubehandlet

90900

Stål 10.9 Elgalvaniseret=zi

207380

A2 Rustfri

50900

A4 Rustfri Syrefast

517380

### ABC Bolte – DIN 934

<http://www.abc-bolte.dk/produkter/boltestskruer/din6914-stlkonstruktionsbolt/>

#### Møtrikker

DIN 315 – Fløjtmøtrik

DIN 315 - Amerikansk model

DIN 439b – Kontramøtrik

DIN 439b – Metrisk fingevind

DIN 934 – Stålmøtrik

DIN 934 – Metrisk fingevind

DIN 934 UNC / UNF

DIN 985 – Låsemøtrik

DIN 985 – Metrisk fingevind

DIN 985 UNC / UNF

DIN 1587 – Topmøtrik

#### Din 934 – Stålmøtrik

Gevind, d	2	2,50	3	3,50	4	5	6	7	8	10	12	14	16	18	20	22
Stigning	0,40	0,45	0,50	0,60	0,70	0,80	1	1	1,25	1,50	1,75	2	2	2,50	2,50	2,50
Nøglevidde, s	4	5	5,50	6	7	8	10	11	13	17	19	22	24	27	30	32
Højde, m	1,60	2	2,40	2,80	3,20	4	5	5,50	6,50	8	10	11	13	15	16	18
Gevind, d	24	27	30	33	36	39	42	45	48	52	56	60	64	72	80	90
Stigning	3	3	3,50	3,50	4	4	4,50	4,50	5	5	5,5	5,5	6	6	6	6
Nøglevidde, s	36	41	46	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	105	115	130
Højde, m	19	22	24	26	29	31	34	36	38	42	45	48	51	58	64	72

#### Produkt

#### Varenr.

Stål K1.8 Ubehandlet

10934

Stål K1.8 Elgalvaniseret=zi

20934

Stål K1.8 Varmgalvaniseret=fzv

30934

Stål K1.10 Ubehandlet

13934

Stål K1.10 Elgalvaniseret=zi

23934

Stål K1.12 Ubehandlet

90934

Messing

40934

A2 Rustfri

50934

A4 Rustfri Syrefast

51934

Nylon / Kunststof

70934



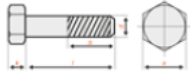
## ABC Bolte – DIN 6914 konstruktionsbolt

<http://www.abc-bolte.dk/produkter/boltestskruer/din6914-stlkonstruktionsbolt/>

### Bolte / Sætskruer

DIN 931  
DIN 931 UNC / UNF  
DIN 933  
DIN 960 - Metrisk Fingevind  
DIN 961 - Metrisk Fingevind  
DIN 6914 -  
Stålkonstruktionsbolt  
DIN 6921 - Flangebolt

#### Din 6914 – Konstruktions bolte



Gevind, d	12	16	20	22	24	27	30	36
Gevindstigning	1,75	2	2,5	2,5	3	3	3,5	4
Naglevæde, s	22	27	32	36	41	46	50	60
Hovedhøjde, k	8	10	13	14	15	17	19	23
Nom. gevind længde indtil, b	21	26	31	32	34	37	40	48
	=40	=70	=85	=85	=85	=95	=95	=100
Nom. gevind længde indtil, b	23	28	33	34	37	39	42	50
	=45	=75	=90	=90	=90	=100	=100	=105

Produkt	Varenr.
Stål 10.9 Ubehandlet	<u>136914</u>
Stål 10.9 Varmgalvaniseret=fzv	<u>306914</u>

## ABC Bolte – DIN 6915

<http://www.abc-bolte.dk/produkter/mtrikker/din-6915-staalkonstruktionsmoetrik/>

### Møtrikker

DIN 315 – Fløj møtrik  
DIN 315 - Amerikansk model  
DIN 439b – Kontramøtrik  
DIN 439b – Metrisk fingevind  
DIN 934 – Stålmøtrik  
DIN 934 – Metrisk fingevind  
DIN 934 UNC / UNF  
DIN 985 – Låsemøtrik

#### Din 6915 – Stålkonstruktionsmøtrik



Gevind, d	12	16	20	22	24	27	30	36
Stigning	1,75	2	2,50	2,50	3	3	3,50	4
Naglevæde, s	22	27	32	36	41	46	50	60
Højde, m	10	13	16	18	19	22	24	29

Produkt	Varenr.
Stål kl.10 Ubehandlet	<u>136915</u>
Stål kl.10 Varmgalvaniseret=fzv	<u>306915</u>

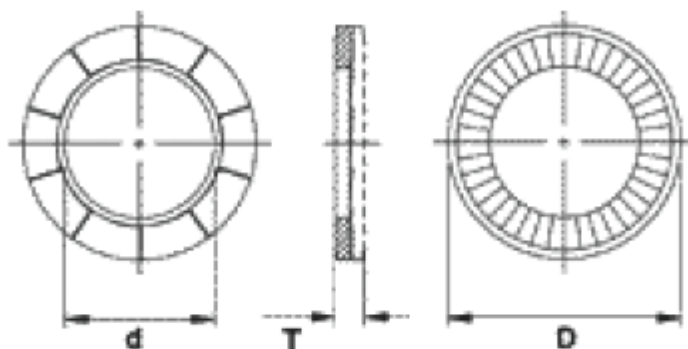
## 7 NORD-LOCK

**NORD-LOCK®**

*Bolt securing system*

Zinkflake-overfladebehandling

Monteret parvis



Skivedim.	NL12
Produkt	Washer
d (mm)	13,0
D (mm)	19,5
Tykkelse T (mm)	2,5
Metrisk	M12
UNC	
Ca. vægt, kg pr. 100 par	0,29

Created: 2008-11-22 21:22:27

Address: Nord-Lock  
Rådmanngatan 10  
211 46 Malmö  
Sweden

Phone: 4640100390  
Fax: 4640240851  
Web: www.nord-lock.com  
Email: info@nord-lock.com

## Anbefalede spændingsmomenter

De anbefalede momentværdier nedenfor er baseret på test i vores eget laboratorium med kalibrerede momenttransmittere og vejeceller.

GF = strækgrænseforhold

$\mu_g$  = gevindfriktion

$\mu_w$  = skivefriktion

GTP600 = grafitbaseret smørmiddel

### NORD-LOCK skiver med zinkflake-belægning (DeltaProtekt®) med ikke-overfladebehandlet bolt 10.9

Dimension	Dim. bolt	Gevindstigning [mm]	Oil GF=0,71 $\mu_g=0,13$ $\mu_w=0,14$		GTP600 GF=0,75 $\mu_g=0,08$ $\mu_w=0,13$	
			Torque [Nm]	Clamp load [kN]	Torque [Nm]	Clamp load [kN]
NL3	M3	0,5	1,8	3,2	1,6	3,4
NL4	M4	0,7	4,1	5,6	3,6	5,9
NL5	M5	0,8	8,1	9,1	7,0	9,6
NL6	M6	1,0	14,1	12,9	12,3	13,6
NL8	M8	1,25	34	23	30	25
NL10	M10	1,5	67	37	58	39
NL12	M12	1,75	115	54	99	57
NL14	M14	2,0	183	74	158	78
NL16	M16	2,0	279	100	240	106
NL18	M18	2,5	391	123	337	130
NL20	M20	2,5	547	157	470	165
NL22	M22	2,5	745	194	639	205
NL24	M24	3,0	942	225	809	238
NL27	M27	3,0	1375	294	1176	310
NL30	M30	3,5	1875	358	1608	378
NL33	M33	3,5	2526	443	2157	468
NL36	M36	4,0	3259	522	2788	551
NL39	M39	4,0	4203	624	3588	659
NL42	M42	4,5	5202	716	4445	757

## 8 Mathcad Kontrolberegning af svejsesamling ved beslag

### Svejsning:

Der vælges normal sikkerhedsklasse og sømklasse II dvs. der skal kontrolleres mindst 20% og mindst opnås karakteren C (kilde: Stålkonstruktioner).

$$\text{MPa} := 10^6 \cdot \text{Pa}$$

Materiale S235

$$f_y := 235 \cdot \text{MPa}$$

$$f_u := 340 \cdot \text{MPa}$$

$$\gamma_{M2} := 1.25$$

Kilde: DS/EN 1993\_1\_8 Tabel 2.1

$$f_{yd} := \frac{f_y}{\gamma_{M2}}$$

$$f_{ud} := \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

$$f_{yd} = 188 \cdot \text{MPa}$$

$$f_{ud} = 272 \cdot \text{MPa}$$

Korrelationsfaktor:

$$\beta_w := 0.8$$

Kilde: DS/EN 1993\_1\_8 Tabel 4.1

Styrkereduktionsfaktoren:

$$c_0 := 0.9$$

Kilde: Stålkonstruktioner  
 tabel 9.4 side 222

Svejseseometri :

$$l_w := 82 \cdot \text{mm}$$

$$a := 3 \cdot \text{mm}$$

$$l_d := 1 - 2 \cdot a$$

$$l_d = 0.076 \text{ m}$$

$$\text{kN} = 1 \times 10^3 \text{ N}$$

Regningsmæssig  
 belastning:

$$F_s := 11.1 \cdot \text{kN}$$

Afstand til punkt til  
 beregning af  
 bøjningsmoment:

$$\text{afstand} := 67.6 \cdot \text{mm}$$

Moment i svejsningen:

$$M_{wb} := F_s \cdot \text{afstand}$$

$$M_{wb} = 750.36 \text{ J}$$

Inertimoment i svejsningen:

$$I_w := 2 \cdot \frac{a \cdot l_d^3}{12}$$

$$I_w = 2.195 \times 10^{-7} \text{ m}^4$$

Afstand til beregning af  
bøjningsmoment:

$$e_1 := \frac{l_d}{2}$$

$$e_1 = 0.038 \text{ m}$$

### Forskydningspænding

Forskydningspændingen  
i snittet (2 sømsnit):

$$\tau_0 := \frac{F_s}{2 \cdot l_d \cdot a}$$

$$\tau_0 = 2.434 \times 10^7 \text{ Pa} \quad (24.3 \text{ MPa})$$

Den effektive  
sømspænding:

$$\sigma_{\text{eff.s}} := \sqrt{3 \cdot \tau_0^2}$$

$$\sigma_{\text{eff.s}} = 4.216 \times 10^7 \text{ Pa} \quad (42.16 \text{ MPa})$$

$$c_0 \cdot \frac{f_{ud}}{\beta_w} = 3.06 \times 10^8 \text{ Pa} \quad (306 \text{ MPa})$$

Krav til den effektive  
sømspænding:

$$\sigma_{\text{eff.s}} \leq c_0 \cdot \frac{f_{\text{ud}}}{\beta_{\text{w}}}$$

Kilde:  
Stålkonstruktioner  
side 223

Da 42.16 MPa er mindre end 306 MPa >>OK!

### Bøjningsspænding

Bøjningsspænding  
i svejse sømmene:

$$\sigma_{\text{wb}} := \frac{M_{\text{wb}} \cdot e_1 \cdot c_0}{I_{\text{w}}}$$

$$\sigma_{\text{wb}} = 1.169 \times 10^8 \text{ Pa} \quad (116.9 \text{ MPa})$$

Krav:

$$\sigma_{\text{wb}} \leq f_{\text{yd}}$$

Kilde: Svejste  
konstruktioner side 55

Da 116.9 Mpa er mindre end 188 >> OK!



## 9 Data fra M&J Industries

UDARB. AF		DATO		GODK. AF		DATO		SIDSTE RET.	DATO	REV.	TYPE
FKW		081105		MSH		081105					M&J 4000

M&J Industries A/S		TITEL				AFSNIT	SIDE
		Specifikation				1.2.1	1

### Specifikationer på en M&J 4000 S:

#### Power Pack

Motoreffekt	2 x 200 kW / 2 x 272 hk
Støjniveau	95 dB (A)
Spænding	380-420 V AC
Frekvens	50 Hz
Fuldlaststrøm	2 x 365 Amp.
Styring/overvågning	PLC
Køleffekt	120 kW
Drivprincip	Dobbelt hydrostatisk transmission med effekregulering

## 10 Mathcad Egenfrekvensberegninger

### Egenfrekvens:

For formler henvises til Stålkonstruktioner 2. udgave side 19,  
samt Teknisk ståbi 20. udgave side 69.

$$E := 210 \cdot 10^9 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

$$a := 1\text{m}$$

$$t := 0.006\text{m}$$

$$v := 0.3$$

$$\rho := 7850 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$n = 1$$

$$k := 10.40$$

$$\omega_1 := \frac{k}{a^2} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot t^2}{\rho \cdot (1 - v^2)}}$$

$$\omega_1 = 338.329 \frac{1}{\text{s}}$$

$$f_1 := \frac{\omega_1}{2 \cdot \pi}$$

$$f_1 = 53.847 \frac{1}{\text{s}}$$

**n=2**

$$k_2 := 21.21$$

$$\omega_2 := \frac{k_2}{a^2} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot t^2}{\rho \cdot (1 - \nu^2)}}$$

$$\omega_2 = 689.995 \frac{1}{s}$$

$$f_2 := \frac{\omega_2}{2 \cdot \pi}$$

$$f_2 = 109.816 \frac{1}{s}$$

**n=3**

$$k_3 := 31.29$$

$$\omega_3 := \frac{k_3}{a^2} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot t^2}{\rho \cdot (1 - \nu^2)}}$$

$$\omega_3 = 1.018 \times 10^3 \frac{1}{s}$$

$$f_3 := \frac{\omega_3}{2 \cdot \pi}$$

$$f_3 = 162.006 \frac{1}{s}$$

## 11 Profiljern

### 11.1 Kontrolberegning af rektangulære rørprofiler

$$\text{MPa} := 10^6 \cdot \text{Pa}$$

Materiale S235

$$f_y := 235 \cdot \text{MPa}$$

$$\gamma_{M2} := 1.25 \quad \text{Kilde: DS/EN 1993_1_8 Tabel 2.1}$$

$$f_{yd} := \frac{f_y}{\gamma_{M2}}$$

$$f_{yd} = 188 \cdot \text{MPa}$$

Rektangulært  
rørprofil 100x50:

Søjlelængde:  $l_s := 980 \text{mm}$

Tværsnitareal:  $A := 1.39 \cdot 10^3 \text{mm}^2$

Relativ materialeparameter  $\epsilon := 1$  Tab.3 Teknisk styrkelære s.52 (a)

Inertiradius:  $i_z := 19.9 \text{mm}$

Slankhedsforhold:  $\lambda := \frac{l_s}{89.4 \cdot i_z \cdot \epsilon}$

$\lambda$  medfører  $\chi$   $\lambda = 0.551$

Lastreduktionsfaktor:  $\chi := 0.9$  Fig.109 Teknisk styrkelære s.53

$$\text{kN} = 1 \times 10^3 \text{N}$$

Regningsmæssig last:  $F_s := 11.1 \cdot \text{kN}$

$$F_s \leq \chi \cdot A \cdot f_{yd}$$

$$\chi \cdot A \cdot f_{yd} = 1.692 \times 10^8 \frac{\text{A} \cdot \text{kg}}{\text{m} \cdot \text{s}^2}$$

Da 11kN < 235 kN >> OK

$$\sigma := \frac{F_s}{A}$$

$$\sigma = 1.11 \times 10^4 \frac{\text{m} \cdot \text{kg}}{\text{A} \cdot \text{s}^2}$$

$$\sigma \leq \chi \cdot f_{yd}$$

$$\chi \cdot f_{yd} = 1.692 \times 10^8 \text{Pa}$$

Da 7.9 MPa < 169.2 Mpa >> OK

## 11.2 Datablad U-profil fra Sanistål

Sanistål S ● ◻ ▲


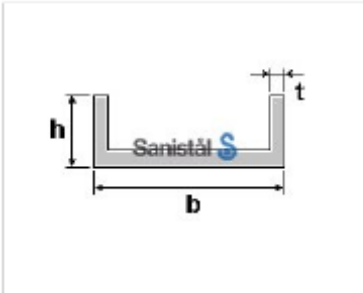
---

**U-profiler uligesidede**

U-PROFIL 70/160/70/4 MM Sanl nr. 385708  
Følles nr. 1102119700  
EAN nr.

---

**Billeder**



---

**Egenskaber**

Bredde	160 mm
Højde	70 mm
Godstykkelse	4,0 mm
Vægt	9,42 kg/m
Længde, ca.	6,05 Meter/fgd.
Direkte søgeord	UPR70160704
Målenomer	-
Kvalitet	S235JR
Kvalitetsnorm	EN 10162
Certifikat	EN 10204/2.2
UNSPSC	30102304

## 12 MBM A/S – Sprint motor

## ► Slagdørsautomatik

Det kan være at alle slagdøre ligner hinanden, men hvis man skal lave automatisk åbning på dem, er der en lang række driftskrav man skal tage stilling til.

DITEC tilbyder 4 forskellige modeller.



## ► Produkter

Model	Wel M	Wel S	Wel F	Sprint
Funktion	åbning vha. motor lukning vha. motor	åbning vha. motor lukning vha. fjeder	åbning vha. motor lukning vha. fjeder	åbning vha. motor lukning vha. motor
Drift	S2 = 30 min - S3 = 80 %	S2 = 30 min - S3 = 80 %	S2 = 30 min - S3 = 80 %	S2 = 30 min - S3 = 80 %
Spænding	230 V AC / 50-60 Hz	230 V AC / 50-60 Hz	230 V AC / 50-60 Hz	230 V AC / 50-60 Hz

## ► Tekniske specifikationer

	Wel M	Wel S	Wel F	Sprint
Kapacitet	250 kg x 1 m 150 kg x 1.5 m	250 kg x 1 m 150 kg x 1.5 m	klasse 5: 100 kg x 1.25 m Klasse 6: 120 kg x 1.4 m	100 kg x 1 m 80 kg x 1.2 m
Intermittens	S2 = 30 min - S3 = 80 %	S2 = 30 min - S3 = 80 %	S2 = 30 min - S3 = 80 %	S2 = 30 min - S3 = 80 %
Spænding	230 V AC / 50-60 Hz	230 V AC / 50-60 Hz	230 V AC / 50-60 Hz	230 V AC / 50-60 Hz
Insulation	1	1	1	2
Strømforsyning	1 A	1 A	1 A	0,2 A
Åbningstid	1.5-5 s/90	1.5-5 s/90	1.5-5 s/90	3 s/90
Driftstemperatur	-20 C / +55 C (+5 C / +40 C batterier)	-20 C / +55 C (+5 C / +40 C batterier)	-20 C / +55 C	-20 C / +55 C (+5 C / +40 C batterier)
Beskyttelsesgrad	IP 31	IP 31	IP 31	IP 12D
Dimensioner	105x128x600 105x128x830(med batterier)	105x128x600 105x128x830(med batterier)	105x128x830	80x90x450

## 13 Linak Danmark A/S – Aktuator LA12

### Standardfunktioner:

- 12/24 V DC permanent magnetmotor
- Maks. kraft: 750 N
- Forstærket glasfiberstempelstang
- Kompakt design
- Tæthedegrad: IP51
- Farve: sort
- 750 mm lige kabel uden stik
- Bagfæste fås i 2 forskellige varianter: 01 eller 02 (fabriksmonteret)
- Indbyggede endestopswitche (ikke justerbare)
- Plasthus af høj kvalitet beskytter motor og gear

### Tilvalg:

- Reedswitch
- Potentiometer (maks. 100 mm slaglængde)
- Tæthedegrad IP66 (ikke vaskbar)
- Rustfrit stålinderrør og stempelstangsoje
- Bagfæster i aluminium eller rustfrit stål

### I drift:

- Intermittens: 20 % ved maks. belastning
- Driftstemperatur: -20 °C til +40 °C

### Tekniske specifikationer:

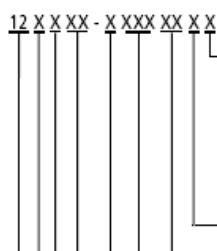
Ny type	Gammel type	Spindelstigning (mm)	Maks. kraft tryk/træk (N)	Maks. selvspærre (tryk) (N)	Maks. selvspærre (træk) (N)	Typisk hastighed 0/fuld belastning (mm/sek.)		Slaglængde (i intervaller af 30 mm.)			Typisk amp. ved fuld belastning (A) 24 V - 12 V	
12XX00-1XXX12XX	12,1	2	750	750	375	14	5	40	-	130	-	4,6
12XX00-1XXX24XX	12,1	2	750	750	375	14	6	40	-	130	2,2	-
12XX00-2XXX12XX	12,2	4	300	300	150	27	16	40	-	130	-	2,5
12XX00-2XXX24XX	12,2	4	300	300	150	27	16	40	-	130	1,5	-
12XX00-3XXX12XA	12,3	6	200	200	100	40	28	40	-	130	-	2,2
12XX00-3XXX24XA	12,3	6	200	200	100	40	28	40	-	130	1,0	-



Stempelstangsojet må kun dreje 0-90 grader.

### LA 12

#### Bestillingseksempel:



Kabel:

#### Uden reed:

- 0 = Sort lige 0,75 m
- 1 = Jack sort lige 2,3 m jack

#### Med reed:

- 2 = 3-ledet stereo jack sort lige 2,3 m
- 3 = 3-ledet sort lige 0,75 m
- 4 = 4-ledet sort lige 0,75 m

#### Med potentiometer:

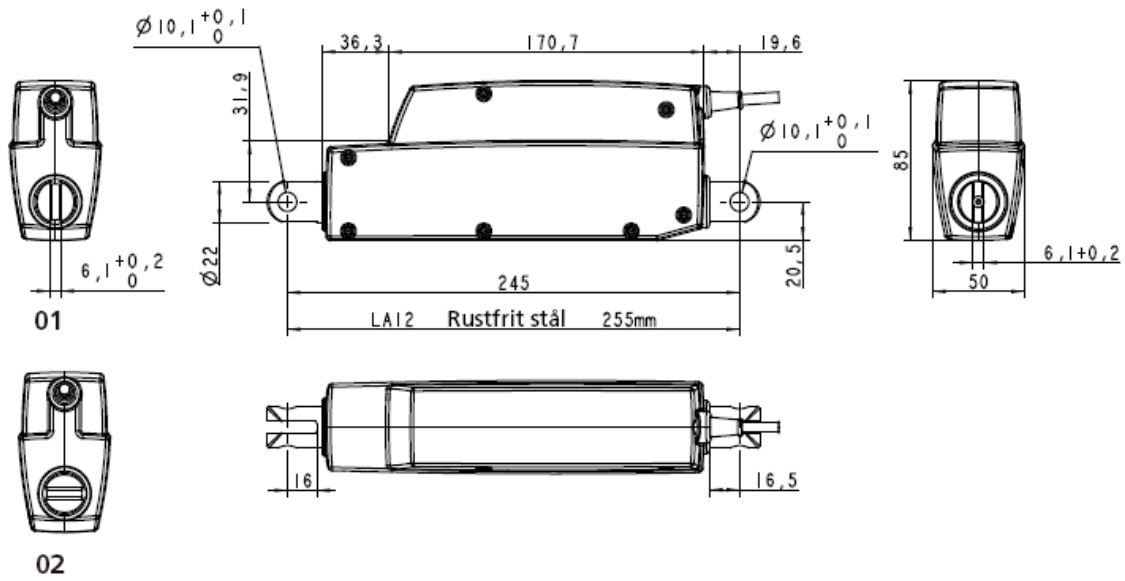
- 0 = 5-ledet sort lige 0.93 m
- X = specialkabel

IP-version:

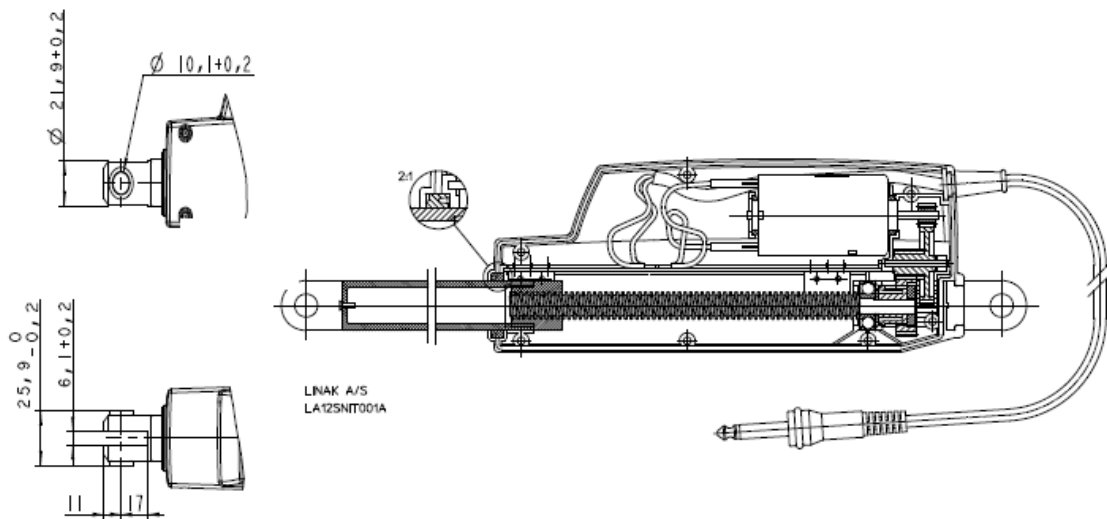
- 0 = IP51
- 2 = IP66



Mål



Stempelstangsoje



<http://www.linak.dk/Produkter/?id3=535>

## 14 Mathcad Kontrolberegning af rundstål til låsemekanisme

### Kontrolberegning af rundstål til låsemekanismen

Det undersøges om et rundstål S355J2 16mm fra Sanistål er ok.

$$\text{MPa} := 10^6 \cdot \text{Pa}$$

Materiale:

$$E := 210 \cdot 10^3 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$D := 16 \cdot \text{mm}$$

$$L := 600 \cdot \text{mm}$$

$$F_s := \frac{6000}{2} \cdot \text{N}$$

$$r := \frac{D}{2}$$

$$A := \pi \cdot r^2$$

Inertimoment for det  
cirkulære tværsnit:

$$I := \frac{\pi \cdot D^4}{64}$$

$$P_{\text{cr}} := \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{L^2}$$

Kilde: Mechanics of materials 6  
udgave side 673 (13.5). Fig.13.4  
side 670 (b).

$$P_{\text{cr}} = 1.852 \times 10^4 \text{ N}$$

Det betyder, at stangen kan klare en kraft på 18520N før den udbøjer.

$$S_{\text{søjleknækning}} := \frac{P_{\text{cr}}}{F_s}$$

$$S_{\text{søjleknækning}} = 6.174$$

Beregningerne viser, at der er en sikkerhedsfaktor på 6 >> OK!

Vælges der i stedet rundstål M10 bliver sikkerhedsfaktoren under 1, hvilket er for lidt.

$P_{cr}$  skaber en spænding i stangen, der undersøges hvorvidt spændingen er mindre end flydespændingen for materialet  $\sigma_{cr} < \sigma_y$

$$\sigma_{cr} := \frac{P_{cr}}{A}$$

$$\sigma_{cr} = 9.212 \times 10^7 \text{ Pa}$$

Da  $92 < 355 >> \text{OK!}$

Der kan ikke vælges rundstål med en lavere flydespænding eksempelvis S235 pga. krav til materialet om at det skal kunne holde til  $-20^\circ$ .

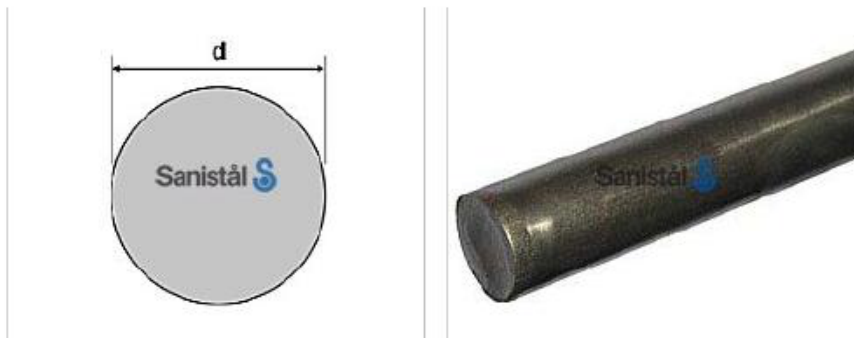
## 14.1 Rundstål fra Sanistål

Rundstål S355 JO/J2 i vort val

RUNDSTÅL S355 JO/J2 16 MM

Sani nr. 916007  
 Fælles nr. 1101146025  
 EAN nr.

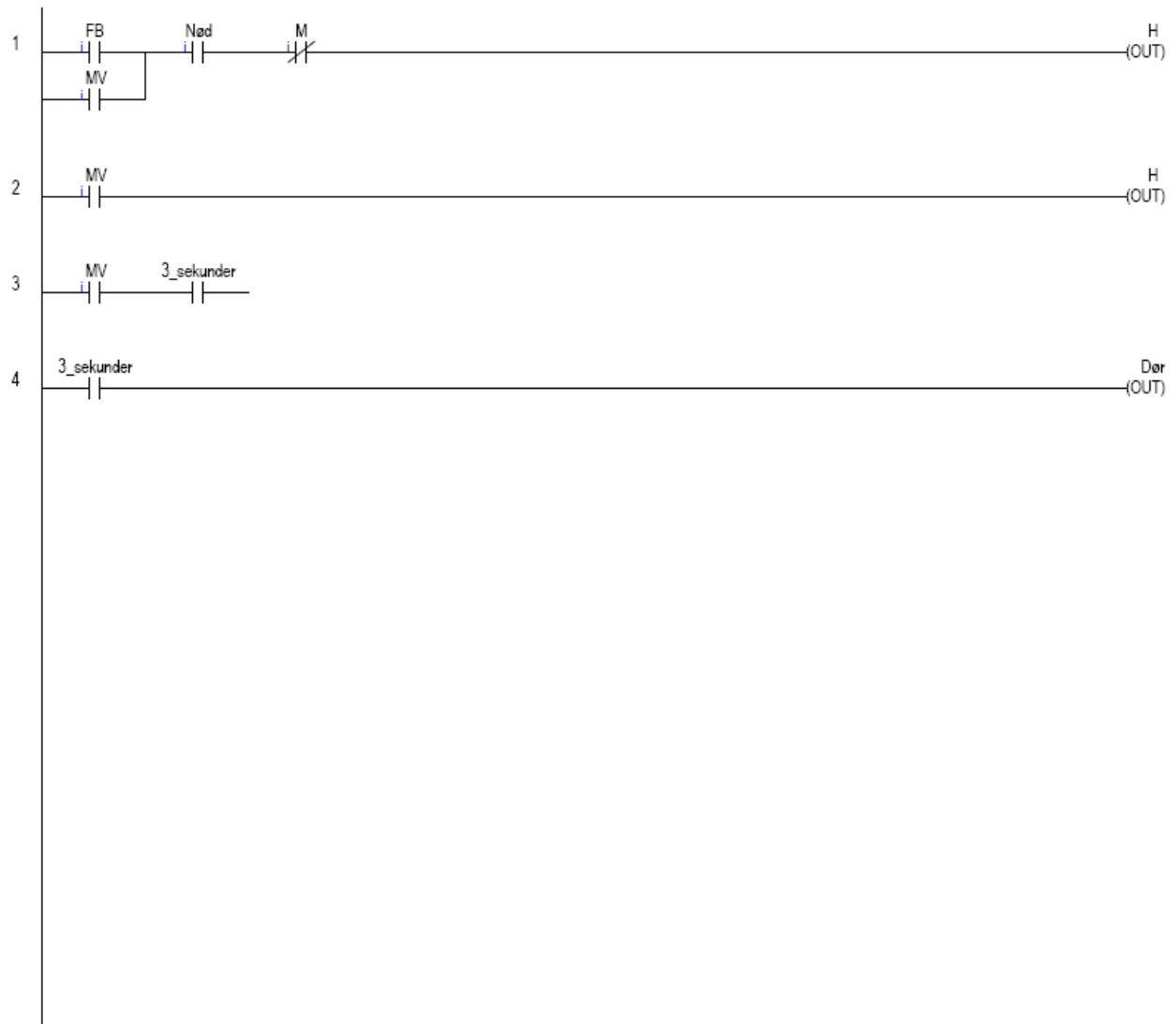
Billeder



Egenskaber

Diameter	16,00 mm
Vægt	1,606 kg/m
Direkte søgeord	RUN5216
Længde, ca.	6 Meter/lgd.
Målenormer	EN 10060 (DIN 1013)
Kvalitet	S355J2/JO i vort valg
Kvalitetsnorm	EN 10025:2-2004
Certifikat	EN 10204/3.1
UNSPSC	30101604

## 15 Ladderdiagram



## 16 Risikovurdering

### 16.1 Ophold i tragten

#### Skadens konsekvens K

Klasse	Beskrivelse	Konsekvens (K)
4	Katastrofal	Dødsfald muligt
3	Irreversibel	Alvorlige skader over 30 sygedage
2	Reversibel	Væsentlige skader 3-30 sygedage
1	Ubetydelig	Småskader 0-2 sygedage

Figur 31 Skadens konsekvens

Konsekvensen for eventuelle skader forårsaget af ophold i tragten vurderes til en værdi på 4 (katastrofal) ud fra ovenstående skema, figur 30, da dødsfald er muligt. Opholder man sig i tragten - og maskinen begynder at køre – er dødsfald nærmest uundgåeligt.

#### Skadens hyppighed, sandsynlighed & mulighed

Hyppigheden for denne hændelse vurderes til  $f = 1$  (Næsten aldrig).

Sandsynligheden vurderes til  $s = 1$  (Meget usandsynligt).

Muligheden for at undgå skaden sættes til  $m = 1$  (Meget stor).

Hyppigheden, sandsynligheden og muligheden,  $f$ ,  $s$  og  $m$  er vurderet ud fra nedenstående skema.

#### Hyppigheden, sandsynligheden & muligheden

Points	(f)	(s)	(m)
5	Hyppig (1 x pr. dag)	Meget sandsynligt	Umuligt
4	Jævnlig (1x pr. uge)	Sandsynligt	Lille
3	Lejlighedsvis (mdl.)	Tænkeligt	Muligt
2	Sjælden (1x pr. år)	Usandsynligt	Stor
1	Næsten aldrig	Meget usandsynligt	Meget stor

Figur 32 Skadens hyppighed, sandsynlighed & mulighed

Ud fra disse vurderinger beregnes en skadesandsynlighed:

$$N = f + s + m$$

$$N = 3$$

Dette giver en sandsynlighedskategori E ud fra nedenstående skema.

### Sandsynlighedskategori N

N=(f+s+m)	Kategori
14 – 15	A
> = 11	B
> = 8	C
> = 5	D
0 – 4	E

Figur 33 Sandsynlighedskategori

### Risikoprofil P

Konsekvens (K)	Sandsynlighedskategori (N)				
	A	B	C	D	E
4	8	7	6	5	4
3	7	6	5	4	3
2	6	5	4	3	2
1	5	4	3	2	1

Figur 34 Risikoprofil

Risikoprofilen vurderes til 3 ud fra:

(K=4, kategori E)

**Med en risikoprofil-værdi på 4, som er fundet i tabellen, ligger tragten i et interval, hvor risikoniveauet er acceptabelt.**

### 16.2 Arm/ben i klemme i servicedøren

Samme trin og tabeller benyttes til sikkerhedsvurdering af tilfælde, hvor en person skulle få en arm/ben i klemme i servicedøren.

Konsekvensen for at få en arm i klemme vurderes til

- K = 2, der gælder for væsentlige skader med 3-30 sygedage

Hypigheden for denne hændelse vurderes til

- f = 1 (næsten aldrig)

Sandsynligheden vurderes til

- $s = 3$  da det er tænkeligt

Muligheden for at undgå skaden sættes til

- $m = 1$  (Meget stor)

Servicemedarbejderen vil være ham, som styrer den automatiske dør, derfor er muligheden for at undgå skaden meget stor.

Ud fra disse vurderinger beregnes sandsynlighedskategorien:

$$N = f + s + m$$

$$N = 5$$

Dette giver en sandsynlighedskategori D, med en risikoprofil-værdi på 3.

(K=2 kategori D)

**Denne værdi fortæller, at sikkerheden er i orden.**

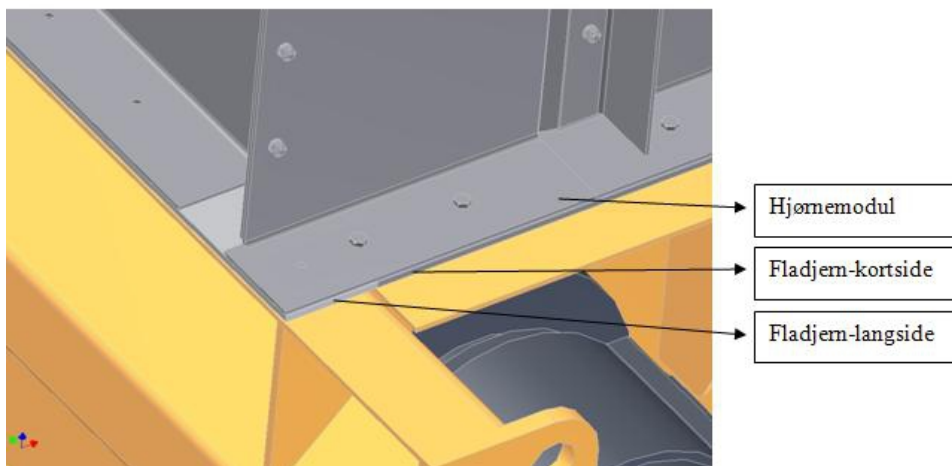
## 17 Montagevejledning

### Anbefaling

Det anbefales, at der bores huller i skærebord efter mål på fladjern, som passer til huller på modulerne, før skærebordet afleveres til kunden for at sikre korrekt montage.

#### 1. Fladjern

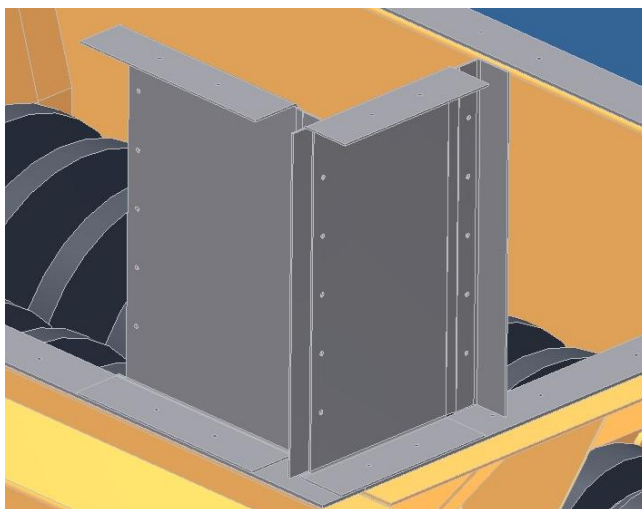
Hjørner fungerer som samlingspunkt. Der er boret huller i fladjernene, der gør det nemt at identificere deres position i forhold til modulerne.



Figur 35 Hjørne hvor fladjern samles

#### 2. Moduler

Først monteres to hjørnemoduler. De største moduler monteres først. En mand holder modulet, mens den anden bolter det fast. Modulerne skal kun boltes i det øverste og nederste hul i starten for at være fleksible.



Figur 36 Hjørnemoduler monteres



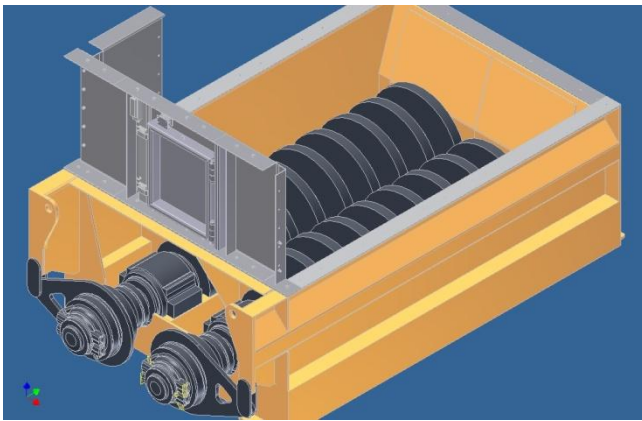
### 3. Servicedør

Dørmodulet monteres som modul nr. 3. Dvs. efter første modul på kortsiden og andet modul på langsiden er monteret, monteres dørmodulet for at gøre tragten mere stabil under montage, da langsiden er meget tung.

Døren skal altid monteres på den side, hvor hydraulikmotoren er, fordi det neddelte affald transporteres væk fra den anden kortside via transportbånd.

Der skal trækkes et sæt kabler fra både aktuator og motoren til døren.

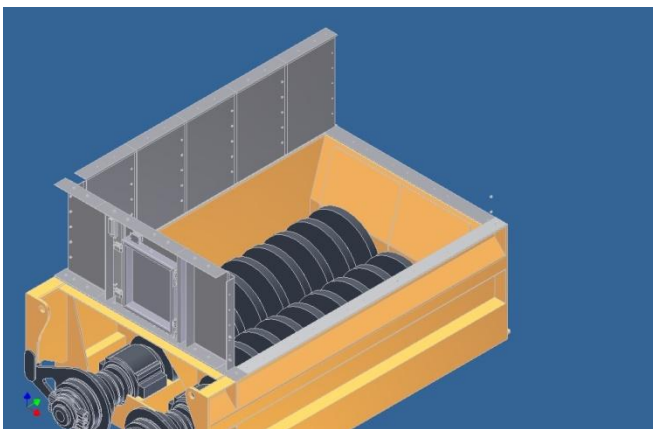
Antal meter kabel er afhængig af tragtens placering.



Figur 37 Dørmodul

### 4. Moduler

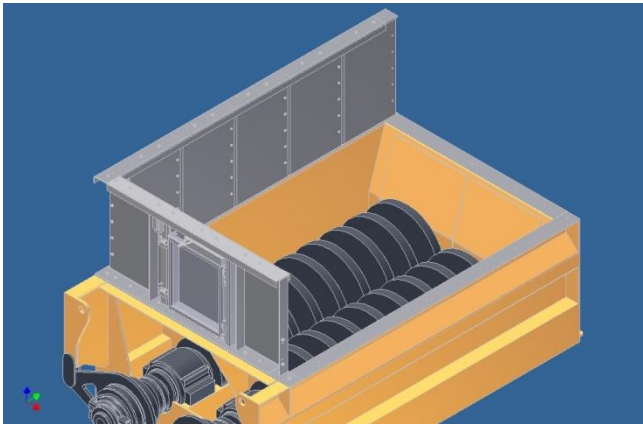
Resterende moduler på den ene langside monteres.



Figur 38 Modulmontage på langside

## 5. U-profil

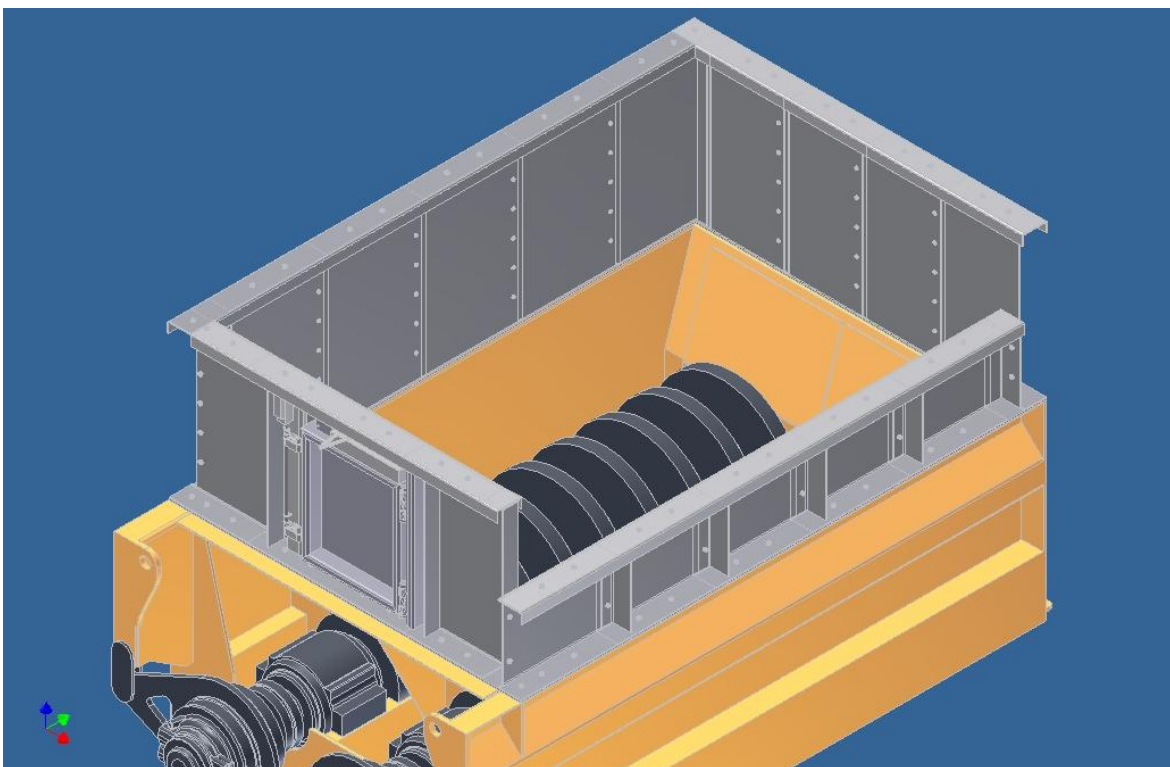
U-profiler monteres øverst for at gøre tragten stabil inden videre montage. U-profiler skal monteres symmetrisk overfor fladjern.



Figur 39 U-profil monteres

## 6. Bolte spændes fast

Moduler på modsatte kort- og langside monteres på samme måde. Når alt er monteret, spændes boltene ordentligt fast med NL12.



Figur 40 Fuldt samlet

## 18 Miljøanalyse-beregninger

### 18.1 Nuværende tragt- svejseforbrug/aktiv gas

Forbruget af aktiv gas afhænger af hvor mange meter der svejses. Som udgangspunkt til en nuværende 4000 S tragt svejses 150m. Der svejses ca. 250 mm/min og hvert minut forbruger 15L aktiv gas. Der svejses altså 1 m på 4 min. Det er 15 m/time. ( $60/4=15$ ).

Det giver 10 timers reel svejsetid/ nuværende tragt. ( $150/15=10$ ).

Der bruges 15 L aktiv gas/min.

**Der fås:**

$$15 \cdot 60 = 900 [L \text{ aktiv gas} / \text{time}]$$

$$900 \cdot 10 = 9000 [L / \text{nuværende tragt}]$$

Der anvendes altså 9000 L ( $9m^3$ ) aktiv gas/ nuværende tragt.

$$9m^3 \text{ ag} \cdot 0.18 = 1.62m^3 CO_2$$

Det giver et  $CO_2$  forbrug på  $1.62 m^3$ / nuværende tragt.

### 18.2 Modulopbygget tragt- svejseforbrug/aktiv gas

Der svejses 3.7m til en 4000 S modulopbygget tragt, hvilket giver nedenstående forbrug af aktiv gas.

Samme fremgangsmåde som før:

Der svejses ca. 250 mm/min og hvert minut forbruger 15L aktiv gas. Der svejses altså 1 m på 4 min.

Det giver 15 minutters reel svejsetid/ modulopbygget tragt, da

$$3.7 \cdot 4 = 14.8 \approx 15 [\text{min}]$$

**Der fås:**

$$15L \cdot 15 \text{ min} = 222 [L / \text{modulopbygget tragt}]$$

Der anvendes altså 222 L ( $0.2m^3$ ) aktiv gas/ modulopbygget tragt.

$$0.2m^3 \text{ ag} \cdot 0.18 = 0.036m^3 CO_2$$

Det giver et  $CO_2$  forbrug på  $0.036 m^3$ / modulopbygget tragt.

### 18.3 CO<sub>2</sub>-udledning under transport

Der tages udgangspunkt i følgende:

Køretøjstype: 40t.Vogntog  
 Motor: EURO 3 -2001  
 Kørselsart: Blandet kørsel  
 Antal kørte km: 5000

Antal kørte km er i gennemsnit. Nogle gange fragtes tragten ud over Europa og andre gange indenfor Europa.

#### Nuværende tragt vægt 1300kg:

NOx (kg)	HC (kg)	CO (kg)	Partikler (kg)	SO2 (kg)	CO2 (kg)	Diesel (liter)	Diesel (MJ)	Diesel (kWh)	Diesel (kg)
27.7	1.4	2.9	0.3	0.05	3970	1500	54000	15000	1226

Figur 41 Energiforbrug og emissioner i alt.

#### Moduloopbygget tragt vægt 978.4 kg:

NOx (kg)	HC (kg)	CO (kg)	Partikler (kg)	SO2 (kg)	CO2 (kg)	Diesel (liter)	Diesel (MJ)	Diesel (kWh)	Diesel (kg)
23.4	1.4	2.6	0.3	Na	3175	1200	43200	12000	1038

Figur 42 Energiforbrug og emissioner i alt.

Tragt 4000S	CO <sub>2</sub> forbrug pr. tragt 18 % af aktiv gas/tragt og densitet=1.977g/L
Moduloopbygget tragt	$0.036\text{m}^3 * 1977 = 71.17 \text{ kg}$
Nuværende tragt	$1.620\text{m}^3 * 1977 = 3202.74 \text{ kg}$

Figur 43 CO<sub>2</sub> forbrug pr. tragt

Tragt 4000S	Argon forbrug pr. tragt 82 % af aktiv gas/tragt og densitet=1.784g/L
Modulopbygget tragt	$0.036\text{m}^3 \cdot 1784 = 64.22 \text{ kg}$
Nuværende tragt	$1.620\text{m}^3 \cdot 1784 = 2890.08 \text{ kg}$

Figur 44 Argon forbrug pr. tragt

#### 18.4 CO<sub>2</sub>-udledning i henhold til antal svejsetimer

##### Nuværende tragt:

Maskinen er justeret til 29 V og 250 amp.

Der fås:

$$29 \cdot 250 = 7250W$$

Der svejses i 10 timer:

$$10 \cdot 7250 = 72500Wh = 72.5 kWh$$

En kWh solgt el i Danmark i 2008 førte til en CO<sub>2</sub> emission på 547 gram i henhold til Energistyrelsens energistatistik 2008 side 3.

CO<sub>2</sub>-udledning:

$$72.5 \cdot 547 = 396575g \approx 40kg$$

##### Modulopbygget tragt:

Der svejses i 15 min:

$$0.25 \cdot 7250 = 1812.5Wh = 1.8kWh$$

CO<sub>2</sub>-udledning:

$$1.8 \cdot 547 = 984.6g \approx 1kg$$

## 19 Eksempel på mødeindkaldelse

**Afgangsprojekt: Modulopbygget tragt med automatisk servicedør  
i samarbejde med Metso Denmark A/S**

# Agenda

### Projektmøde

Dato: 23. oct. 2009

Tid: 10:00 – 11:00

Sted: VIA University College, Horsens Biblioteket (baglokale)

Deltagere: Stud.ing. Marianne Gudnor, Faraidon K. Wahab og

Teknisk vejleder Kim Rask Petersen

- 
1. M&J Industries er opkøbt af Metso corporations og hedder nu Metso Denmark A/S.  
Vi har talt med direktøren Henning Lindberg om betydningen af dette for vores projekt.

---

  2. Svejseberegninger  
Der er en 6-7 steder omkring døren, hvor der skal svejses. Det vil være for tidskrævende at regne på samtlige, så de mest kritiske steder skal udvælges.

---

  3. EL er valgt til styring

---

  4. Evt.

---

## 20 Eksempel på korrespondance

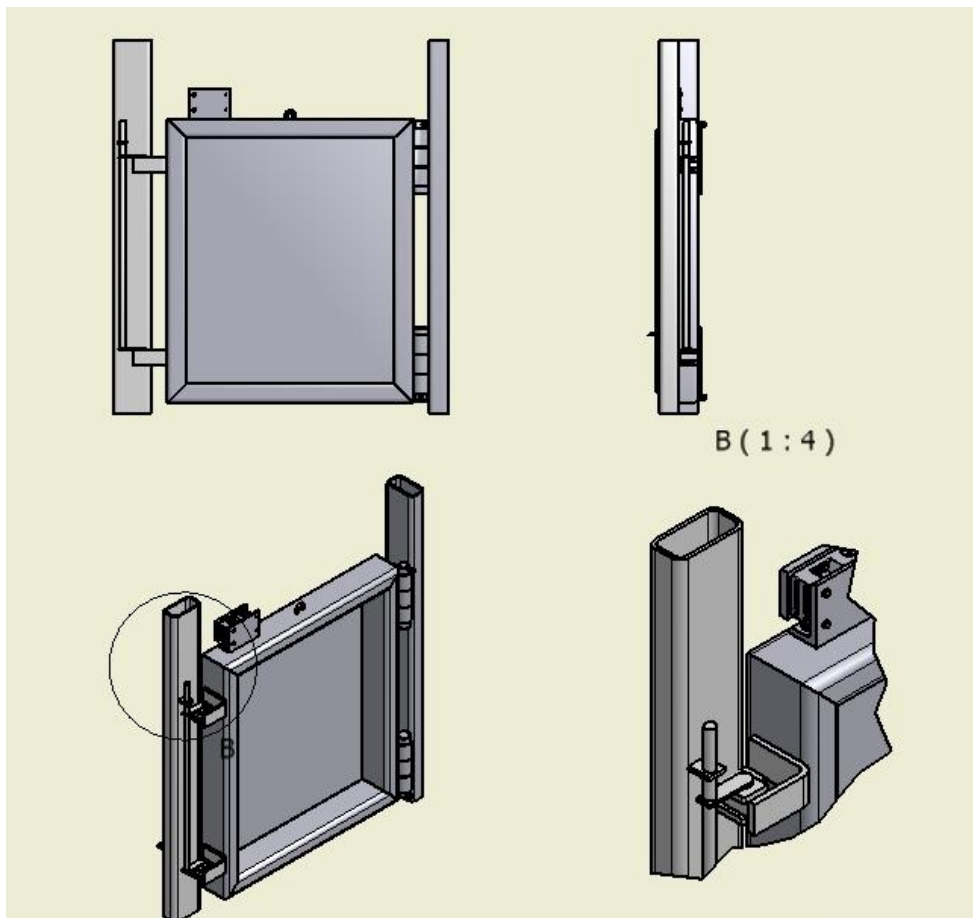
Tora A/S  
Att.: Uffe Nielsen

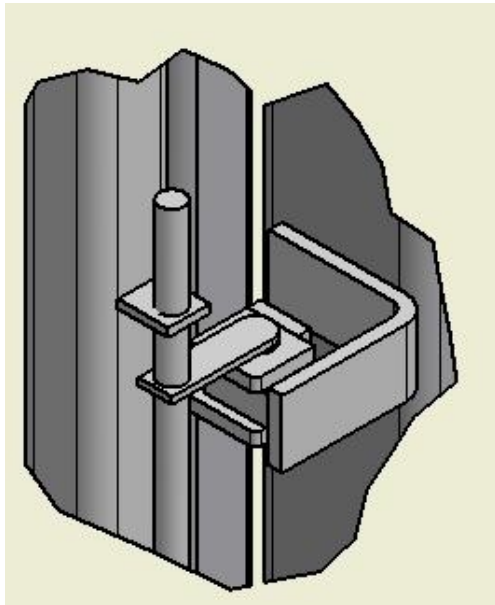
### Vedr. Kostpris

**Der ønskes pris på den eksisterende dør med ny låsemekanisme til automatisk styring, samt på fladjern og 'U-profiler':**

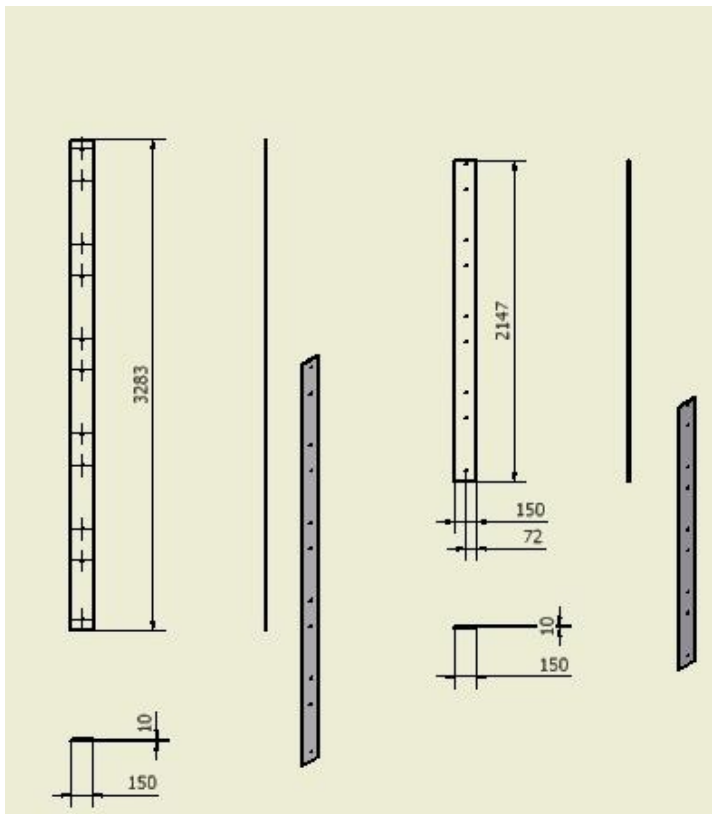
Døren er den eksisterende, som I normalt leverer, men med ekstra udstyr i form af en låsemekanisme til styring.

Til beregningerne er brugt et rundstål fra Sanistål som udgangspunkt for at se, om det kan holde. Rundstål til stangen fra Sanistål koster 20kr, da det bliver S355, fordi de ikke har S235, som kan holde til  $-20^{\circ}$  i deres sortiment. Vi vil gerne have oplyst, om I/ Jeres leverandør har stangstål i S235J2.





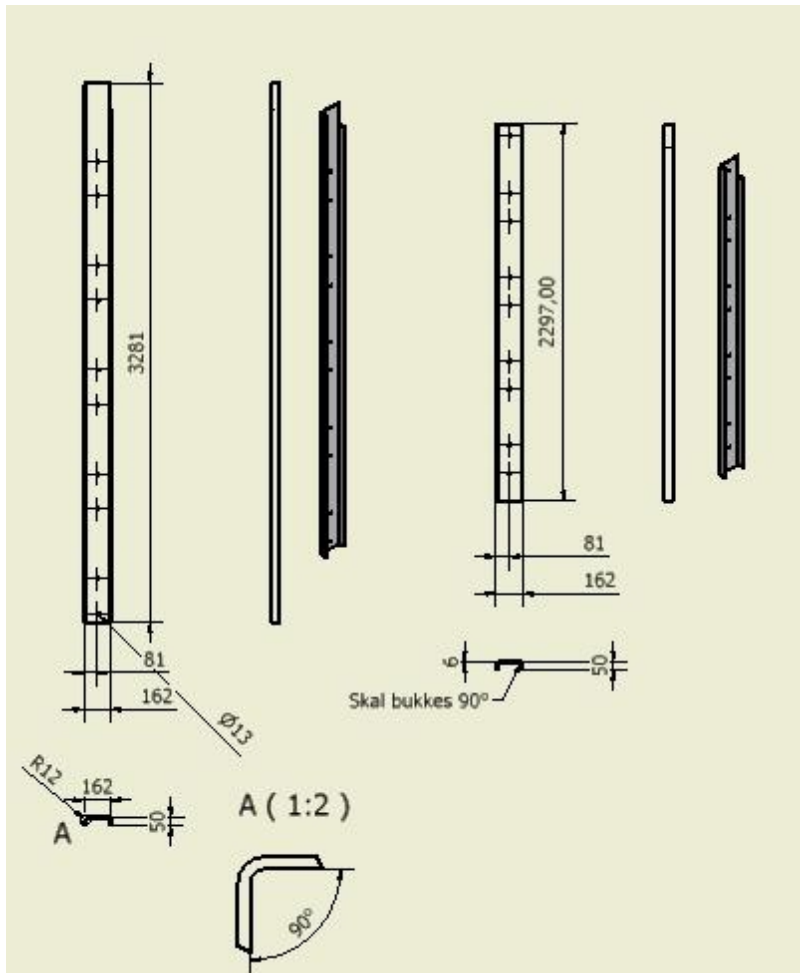
**Fladjern:**  
Huller Ø13.





## 'U-profil':

Almindelig stål bukkes til 'U-profil'. Huller  $\varnothing 13$ .



På forhånd tak for hjælpen.

Med venlig hilsen/ Best regards

Marianne Gudnor  
Mobile: +45 31154817



Save a tree...please don't print this unless you really need to

Uffe Nielsen svarede tilbage pr. mail.

## 21 Referat af midtvejsevaluering

### Midtvejsevaluering i projektgruppen 10. nov 2009

Til stede:

Marianne Gudnor  
Faraidon K. Wahab

Agenda

1. Individuel status
2. Hvor langt er vi overordnet set
  - a. Overholdes tidsplanen
  - b. Er der nogle kæpheste
3. Hvordan går det
  - a. DiSC- Godt/skidt
    - i. Hvem/hvad/udfordringer lige nu
4. Afslutning/evt.

Ad 1)

Det går fremad med tegninger/beregninger/rapportskrivning

Ad 2)

Egnede motorer til styringen skal findes.

Tidsplan overholdt, men skal justeres, da tiden til at finde motorer er overdimensioneret. Tiden går i stedet til bolteberegninger.

Ad 3)

Det går som det skal i den rigtige retning – DiSC- analyserne har helt klart optimeret samarbejdet i gruppen.

Udfordringer lige nu:

1. Indhent tilbud/ find ud af pris på Nord-Lock sikkerhedslåsninger
2. Styring
3. Fem-analyse
4. Kontrolberegning af stang til låsemekanisme
5. Forbedringsmuligheder

Ad 4)

Snak om løst og fast, hvad der rører sig hos den enkelte.

11.10.2009

Marianne Gudnor

## 22 Tidsplan

- Gantkort rev.0 udarbejdet ved projektets start
- Gantkort rev.1 udarbejdet efter midtvejsevaluering

## 23 Pressemeddelelse

- Pressemeddelelse

## 24 Fortrolighedserklæring

- Fortrolighedserklæring

## 25 Udlåns-og anvendelsesformular

- Udlåns-og anvendelsesformular

## 26 Tegningsoversigt

- Tegningsoversigt

## 27 Opslagstegninger

- 71 00 00 '4000S 4 lige sider'
- 71 01 04 'Dør'
- 71 05 00 'Låsemekanisme'

## 28 Samlingstegninger

- 71 00 00 '4000S 4 lige sider'
- 72 00 00 '4000S Skrå side'
- 73 00 00 '4000S Skrå overbygning'
- 74 00 00 '6000S 4 lige sider'

## **29      Produktionstegninger**

### **29.1    Moduler**

- 71 01 01
- 71 01 02
- 71 01 03
- 71 02 01
- 71 02 02
- 71 03 01
- 71 03 02
- 71 03 04
- 71 04 01
- 71 04 02

### **29.2    U-profil**

- 71 01 07
- 71 02 03
- 71 03 03
- 71 04 03

### **29.3    Fladjern**

- 71 01 08
- 71 02 04

## **30      Illustrationsstegninger**

- Bukning
- Svejsning

## **31      CD**

CD'en indeholder samtlige digitale data.