

Hydraulic Impinger

Tobias Hedlund
2015

Bachelor of Science in Engineering Technology
Mechanical Engineering

Luleå University of Technology
Department of Engineering Sciences and Mathematics

Hydraulisk uppstötare

Sammanfattning

Uppstötaren för "plungar" på Rönnskärsverkets anodgjuteri är idag en manuell hävare där man trycker på en pedal för att få upp plungarna. Denna lösning är inte ergonomisk och risken för arbetsskador är stor. Syftet med examensarbetet är att konstruera en hydraulisk uppstötare för att eliminera den icke ergonomiska pedalen vilket medför att risken för arbetsskador minskas. Den nuvarande lösningen studerades noga för att se vilka förbättringar som kunde göras. Efter detta så började processen att ta fram olika koncept tills den bästa lösningen hittades och att operatörer samt konstruktörer blev nöjda med vad som tagits fram. En diskussion fördes med alla inblandade för att bestämma vilket koncept som det skulle byggas vidare på. För konceptet som valdes gjordes beräkningar för att säkerställa hållfastheten på konstruktionen. Det togs även fram ritningsunderlag för uppstötaren. Resultatet blev en hydraulisk uppstötare som uppfyllde alla kraven i kravspecifikationen till fullo.

Abstract

On Ronnskarsverkens anode foundry there's now a manually controlled impinger for plunges. You press with your foot on a pedal to get the plunges up. This solution is not ergonomic and there is a high risk for injuries. The purpose of this work was to make this impinger hydraulic and eliminate the pedal. The existing solution was studied to see what changes could be made. Then the concept generating started to find the best solution to the operators and that the maintenance workers would be satisfied. A discussion was made with all participating parts to decide what concept to proceed with. Calculations and drawings was made on the chosen concept. The result became a hydraulic impinger that fulfilled every requirements.

Förord

Detta examensarbete är den avslutande kursen på Högskoleingenjörsutbildningen med inriktning Maskinteknik. Arbetet är gjort på uppdrag av kopparsmältverket Rönnskär i Skelleftehamn under handledning av Andreas Boberg. Arbetet genomfördes på avdelningen för underhållsutveckling under vårterminen 2014.

Till följande personer vill jag rikta ett särskilt tack:

- Min Handledare Andreas Boberg, Underhållsingenjör på Rönnskär för mycket bra idéer och värdefull handledning.
- Håkan Viklund och Rolf Lindberg för all hjälp i Solid Works.
- Johan Lidman för all teknisk support.
- Dan Rinsén för all hjälp kring den gamla uppstötaren.
- Sven Berg Handledare LTU.

Tobias Hedlund
Skellefteå

Innehållsförteckning

1 Inledning	1
2 Metod	3
2.1 Förstudie	3
2.3 Koncept generering.....	3
3 Förstudie av befintlig lösning.....	4
4 Litteraturstudie	5
5 Konceptgenerering	6
5.1 Kravspecifikation.....	6
5.2 Koncept 1	7
5.3 Koncept 2	8
6 Koncept utvärdering	9
6.1 Koncept val	10
7 Detalj konstruktion	11
7.1 Sammanställning.....	11
7.2 Cylinder och lagerbockar	12
7.3 Uppstötarfoten	13
7.3.1 Beräkning av hålkanttryck.....	14
7.4 Hävarmen.....	15
7.5 Konsoler	16
7.6 VKR-profil med lagerbockar	17
7.6.1 FEM-beräkning för VKR-profil	18
8 Resultat och Diskussion	19
Referenser	20

1 Inledning

1.1 Rönnskär kopparsmältverk

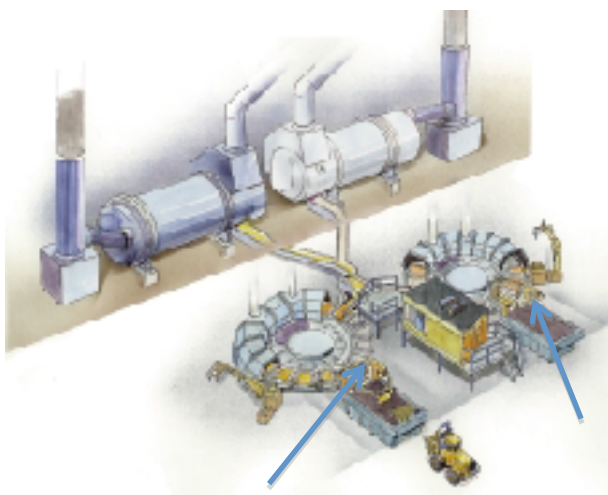
Rönnskär är ett av världens effektivaste kopparsmältverk och världsledande inom återvinning av koppar och ädelmetaller från elektronikskrot. Smältverket är Bolidens största produktionsenhet och den största privata arbetsplatsen i regionen.

Vid Rönnskär smälts och raffinerats koppar- och blykoncentrat från egna och externa gruvor. Smältverket är en integrerad metallurgisk anläggning som utvinnet metaller av hög renhet till låg kostnad och med bra miljöprestanda. Huvudprodukterna som är kvalitetsgodkända på metallbörsen i London, utgörs av koppar, zinkklinker, bly- och ädelmetaller med bland annat svavelsyra som biprodukt.

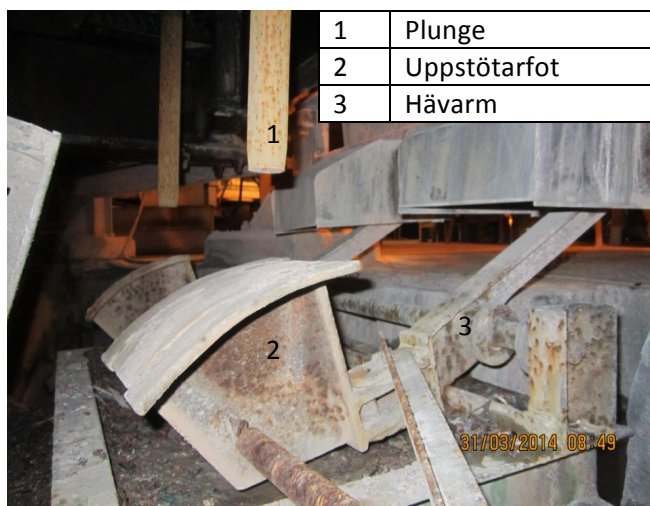
Rönnskär kaldo- och fumingverk gör det också möjligt att komplettera kopparproduktion med återvinning av metaller ur elektronikskrot och andra sekundära material. Rönnskär är sedan länge en av världens största återvinnare av elektronikskrot. ^[1]

1.2 Problembeskrivning

Rönnskärs anodgjuteri har två stycken gjuthjul som tillsammans gjuter nästan 1000 ton koppar per dygn. En pneumatisk uppstötare trycker upp två stycken ”Plungar” som lossar de färdiggjutna anoderna från gjuthjulet, som sedan lyfts bort och doppas i ett vattenbad. När hjulet snurrar och den tomma kokillen kommer till nästa steg så stöter man upp ”Plungarna” för smörjning. Idag stöts de upp mekaniskt med hjälp av en fotpedal. Vanligtvis behövs det ingen större kraft för att trycka upp plungarna. Ibland kan det dock ha runnit ner koppar som stelnat eller att en anod på 350 kilo ligger kvar i kokillen. Om detta sker så krävs det att man trycker väldigt hårt på pedalen och oftast så räcker inte detta till. Detta är inte ergonomiskt och kan leda till arbetsskador.



Figur 1.2.1 Bilderna visar uppstötarens position under gjuthjulet



Figur 1.2.1 Nuvarande manuella uppstötare

1.3 Syfte

Syftet med examensarbetet är att konstruera en hydraulisk uppstötare som skall monteras i befintligt fundament och klara av att trycka upp "plungarna" då de har fastnat. Samt att lösgöra en anod om en sådan skulle ligga kvar. Med detta så tar vi bort den icke ergonomiska pedalen och minskar risken för arbetsskador.

2 Metod

2.1 Förstudie

Förstudie genomfördes på den befintliga uppstötaren för att förstå dess funktion och se nackdelarna som den har. Den nya uppstötaren måste anpassas efter det befintliga fundament som den gamla uppstötaren står på. Mätningar gjordes därför på fundamentet så man vet vilka mått man har att gå på.

2.2 Litteraturstudie

Litteraturstudie på olika hydraulcylindrar utfördes för att få en bättre förståelse hur de fungerar. Exempelvis vilka dimensioner de måste ha för att kunna ge en vis kraft.

2.3 Koncept generering

Framtagningen av koncept skedde med hjälp av kravspecifikationen så att alla krävda funktioner kommer med. Sedan skissades olika idéer upp med ungefärliga mått för att kunna monteras i befintligt fundament.

2.4 Koncept utvärdering

När de olika koncepten var framtagna så ställs deras egenskaper mot kravspecifikationen. Därefter utvärderas det hur bra de uppfyller kraven. Efter utvärdering så granskades idéerna för att kunna välja ut det bästa eller en kombination av flera koncept. Efter valet av koncept så gjordes det beräkningar för att dimensioneringen skulle bli rätt.

2.5 Detalj konstruktion

I utveckling av den nya konstruktionen så användes CAD- (Computer Aided Design) programmet Solid Works som ritnings- och beräkningsverktyg, eftersom konstruktörerna på Rönnskär arbetar i detta program. På så sätt kunde de ta del av resultat, modeller och ritningar som tas fram.

3 Förstudie av befintlig lösning

Den nuvarande lösningen är väldigt enkel, två stycken pedaler är monterade på varsin hävarm som tillsammans sitter på en axel. Längst ut på hävarmarna är det en fot monterad som träffar plungarna då man trycker på hävarmen.



Figur 3.1 Nuvarande manuella uppstötare

Om dessa uppstötare skulle fastna i upptryckt läge eller om man helt enkelt inte släppt foten från pedalen så finns en säkerhetsåtgärd. Om en plunge trycker från sidan av uppstötarfoten så viker den sig och åker sedan tillbaka med hjälp av en fjäder som är fäst i sidan. Denna lösning är inte den mest ergonomiska eller bästa lösningen, men det är en väldigt enkel och smidig lösning.

4 Litteraturstudie

Det finns hydraulcylindrar som kallas dubbel- eller enkelverkande, beroende på om fluiden arbetar på båda sidorna av kolven eller bara på den ena sidan. ^[2]

Enkelverkande hydraulcylinder

Enkelverkande manövercylindrar överför hydraulisk kraft i enbart en riktning. Cylindern kan vara dragande eller tryckande. För att cylindern ska återgå till sitt ursprungliga läge krävs en kraft i motsatt riktning. Denna kraft kan exempelvis uppnås med ett inbyggt fjädersystem. Motkraften är oftast den last som cylinder flyttar.

Dubbelverkande hydraulcylinder

Dubbelverkande manövercylindrar kallas också för differentialcylindrar. De överför hydraulisk kraft i två olika riktningar. Sådana cylindrar har alltså både dragande och tryckande kraft. De utformas som kolvtätade med två kammare i cylindern.

Teleskopiskt verkande hydraulcylinder

Teleskopcylindrar är uppbyggda av ett yttre cylinderrör där man har monterat ett antal så kallade steg. På detta sätt får man en kort inbyggnad, men lång slaglängd. Dubbelverkande teleskopcylindrar genererar en hydraulisk kraft i två olika riktningar. Sådana cylindrar genererar alltså både dragande och tryckande kraft. Cylindrarna är oftast försedda med kolvringar som kolvtätningar som inte är helt fria från överläckage. Av den anledningen är denna cylindertyp inte lämplig för dragande last.

5 Konceptgenerering

För att komma fram till nya koncept som är bättre än den nuvarande så har den befintliga konstruktionen studerats noga. De nya koncepten måste fungera bättre och även ha en bra säkerhet. Det förs en dialog mellan alla som kommer att ha med denna konstruktion att göra för att få fram en så bra konstruktion som möjligt. Eftersom uppstötaren skall vara hydraulisk så måste de som jobbar med hydraulik kopplas in och godkänna att cylindrarna är lättillgängliga för bland annat underhåll och eventuella byten. Operatörer som arbetar och använder denna dagligen måste även vara nöjda med lösningen.

5.1 Kravspecifikation

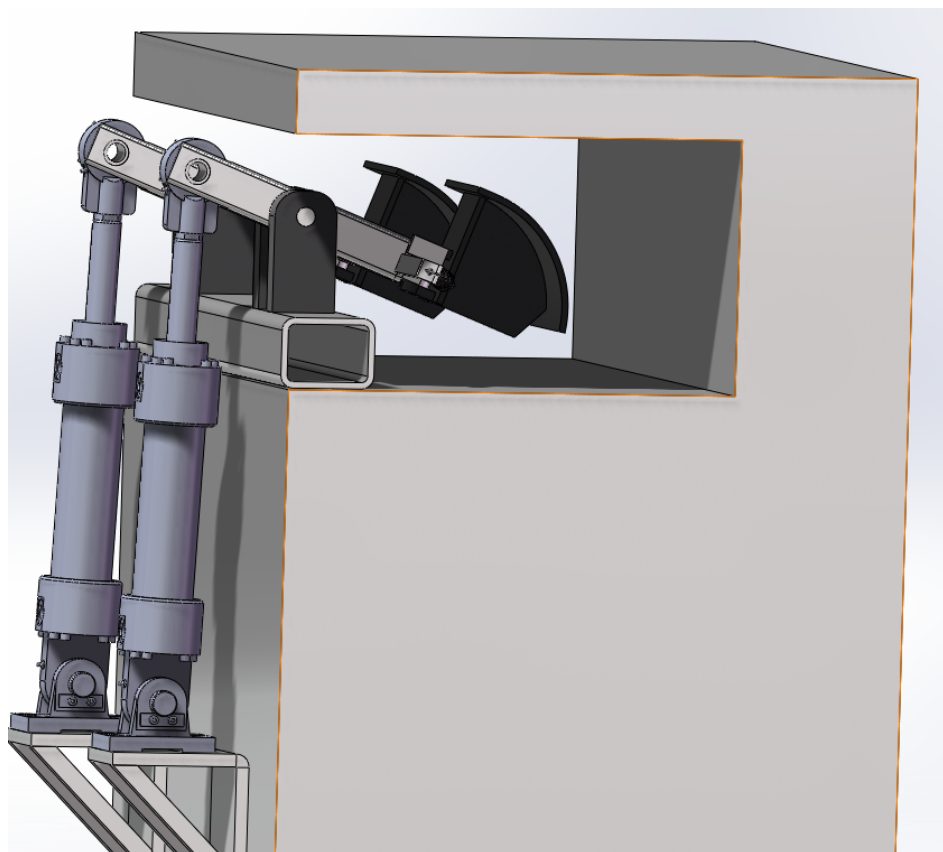
De nya koncepten måste uppfylla kraven i kravspecifikationen för att vara ett giltigt koncept. Koncepten får gärna uppfylla önskemålen också, det är bara en fördel.

Tabell 5.1. Kravspecifikation för konceptgenerering. Vikt: 1 oviktig – 5 viktig

Krav/Önskemål	Kriterium	Vikt
Krav	Uppstötaren skall passa in i befintligt fundament	5
Krav	Den skall ha en lyftkraft på minst 500kg och gärna upp till 3 ton.	5
Krav	Får inte slå för högt så ramverket till gjuthjulet skadas	5
Krav	Uppstötaren skall vara hydrauliskt styrd	5
Krav	Uppstötarfoten skall vara minst 50 mm från plungarna	4
Krav	Säkerhet om hjulet skulle gå medans uppstötaren står uppe	5
Önskemål	Kunna trycka upp plungarna minst 125mm	3

5.2 Koncept 1

Koncept 1 har samma mekanism som den befintliga lösningen. Skillnaden med denna är att två stycken hydraulcylindrar sköter mekanismen. Cylindrarna är dimensionerade att generera en så pass stor kraft att de kan trycka upp plungarna även om det skulle ligga kvar en anod i kokillen. Vilket inte var möjligt tidigare då man var tvungen att stampa med foten på hävarmen.

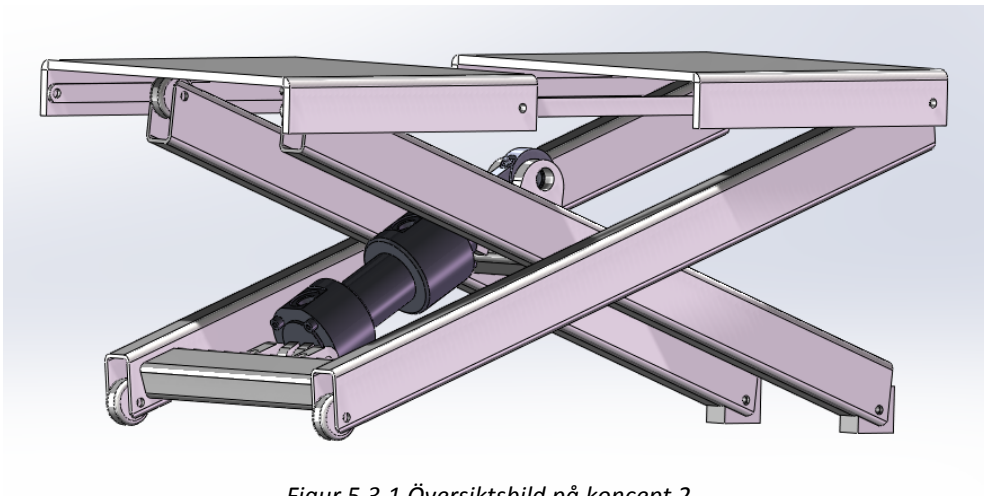


Figur 5.2.1. Översiktsbild på koncept 1.

Cylindrarna fästs på varsin konsol. Kullerkopplingen på cylindern sitter sedan fast på hävarmen med hjälp av en axel och ett glidlager som hjälper till att ta upp krafter. Hävarmen i sig sitter fast mellan två stycken lagerbockar för att få den att rotera och kunna trycka uppstötarfoten så högt att plungarna kommer minst 125 mm över kokillen. Plungarna måste komma så högt så att man lätt kan ta tag och lyfta upp dem.

5.3 Koncept 2

Koncept 2 är en miniatyr av ett hydrauliskt lyftbord. Ett lyftbord är i princip en fyrlänksmekanism med en hydraulcylinder som trycker ut och fäller ihop bordet. Ena sidan på fyrlänksmekanismen svetsas fast och den andra är rörlig. På den rörliga sidan sätts hjul som gör att bordet enkelt kan fällas ihop och tryckas upp. En uppstötare av den här typen är väldigt bra på det sättet att du knappt behöver någon slaglängd på kolven. En slaglängd på femtio millimeter ger en höjning på cirka 270mm vilket är långt över kravet på 175mm.



Figur 5.3.1 Översiktsbild på koncept 2.

6 Koncept utvärdering

Utvärdering av vilket koncept som är bäst avgörs med hjälp av kravspecifikationen. Konzepten ställs mot kraven för att kunna se hur bra de uppfyller dem. fördelar och nackdelar med de två olika koncepten ställs även mot varandra.

Tabell 6.1. Utvärdering av koncept. Konzeptens betyg säger hur bra de överensstämmer med kriteriet.

Krav/Önskemål	Kriterium	Vikt	Koncept 1	Koncept 2
Krav	Uppstötaren skall passa in i befintligt fundament	5	5	5
Krav	Den skall ha en lyftkraft på minst 500kg	5	5	5
Krav	Får inte slå för högt så ramverket till gjuthjulet skadas	5	5	5
Krav	Uppstötaren skall vara hydrauliskt styrd	5	5	5
Krav	Uppstötarfoten skall vara minst 50 mm från plungarna	4	5	5
Krav	Säkerhet om hjulet skulle gå medans uppstötaren står uppe	5	5	2
Önskemål	Kunna trycka upp plungarna minst 125mm	3	5	5

Koncept två får bara en 2:a i betyg på säkerhet eftersom säkerhetsåtgärden som tagits fram inte är lika bra som på koncept ett. Önskemålet som togs fram får en trea eftersom det inte är så viktigt att få upp plungarna just 125mm, men det skulle underlätta om de kunde åka upp så långt.

Tabell 6.2 Konceptens olika fördelar och nackdelar.

Koncept 1		Koncept 2	
Fördelar	Nackdelar	Fördelar	Nackdelar
Använda befintlig utrustning	Kräver relativt stora cylindrar för önskad kraft	Liten cylinder ger hög lyfthöjd	Många leder som kan krångla
Kan slå upp en plunge i taget	Lite dyrare då två cylindrar krävs		Dålig säkerhetsåtgärd
Enkel konstruktion			

6.1 Koncept val

Efter att utvärderingen gjorts så bestämdes tillsammans med handledare och arbetare i produktion att koncept 1 var det bästa alternativet. Detta för att koncept 1 har mycket bättre lösning gällande säkerhet och att cylindrarna är lättillgängliga för underhåll.

7 Detalj konstruktion

Konceptet analyserades och förfinades till dess att det var en färdig produkt som uppfyllde kraven i kravspecifikationen.

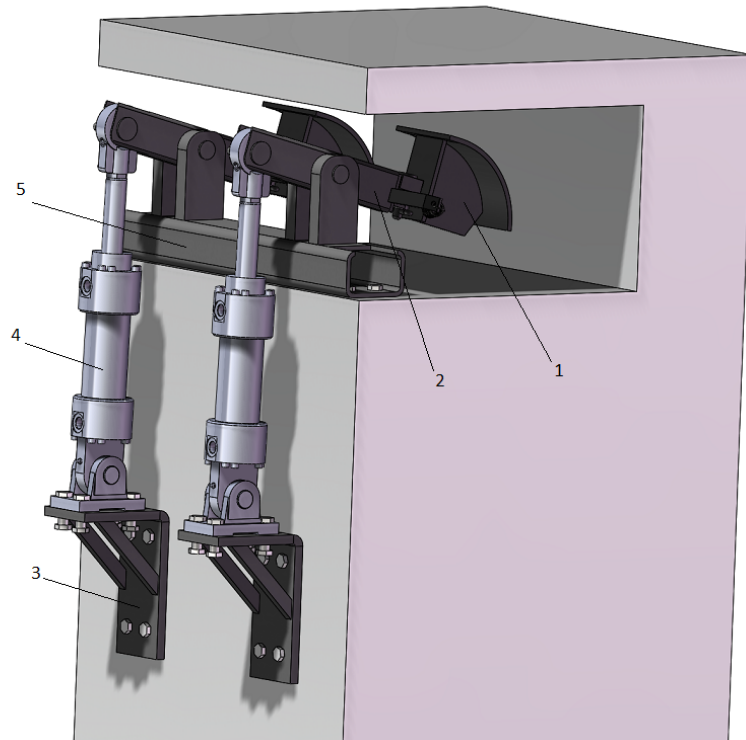
7.1 Sammanställning

Konstruktionen består av fem stycken mindre sammanställningar.

Tabell 7.1.1 Konstruktionens komponenter.

Benämning	
Uppstötarfoten (1)	Är den del som kommer träffa plungarna och trycker dem uppåt.
Hävarmen (2)	För över kraften från cylindern till uppstötarfoten.
Konsoler (3)	Håller cylindrarna och lagerbockarna på rätt avstånd från fundamentets kant.
Cylinder med lagerbock (4)	Drar i hävarmen för att uppstötarfoten skall fara uppåt.
VKR profil med lagerbockar (5)	Profilen fästs på fundamentet sedan svetsas lagerbockarna fast på balken.

För att enkelt kunna byta en eller flera av dessa delar så är dessa hopsatta med tappar som låses med hjälp av en saxpinne.



Figur 7.1 Sammanställning av uppstötaren

7.2 Cylinder och lagerbockar

Kravet var en kraft på minst 500 kilo och de får gärna vara tre tons kraft i cylindern. Arean som kolven måste ha för att få en kraft på tre ton tas fram med hjälp av ^[3]

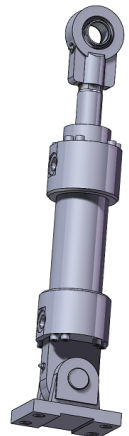
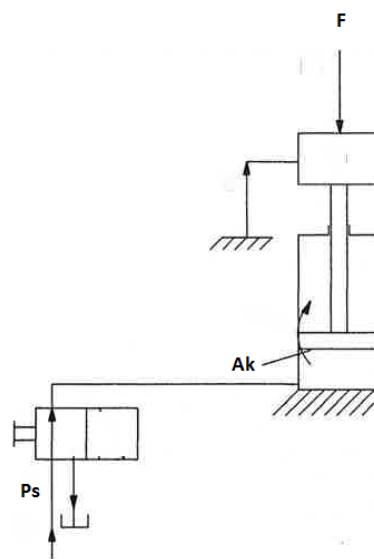
$$p_s = \frac{F}{A_k} \quad (5)$$

p_s = Hydraultryck [MPa]

F = Motståndskraft [N]

A_k = Kolvarea [m^2]

$$A_k = \frac{F}{p_s} = \frac{30000}{15000000} = 2,55E^{-3}m^2 \quad (6)$$

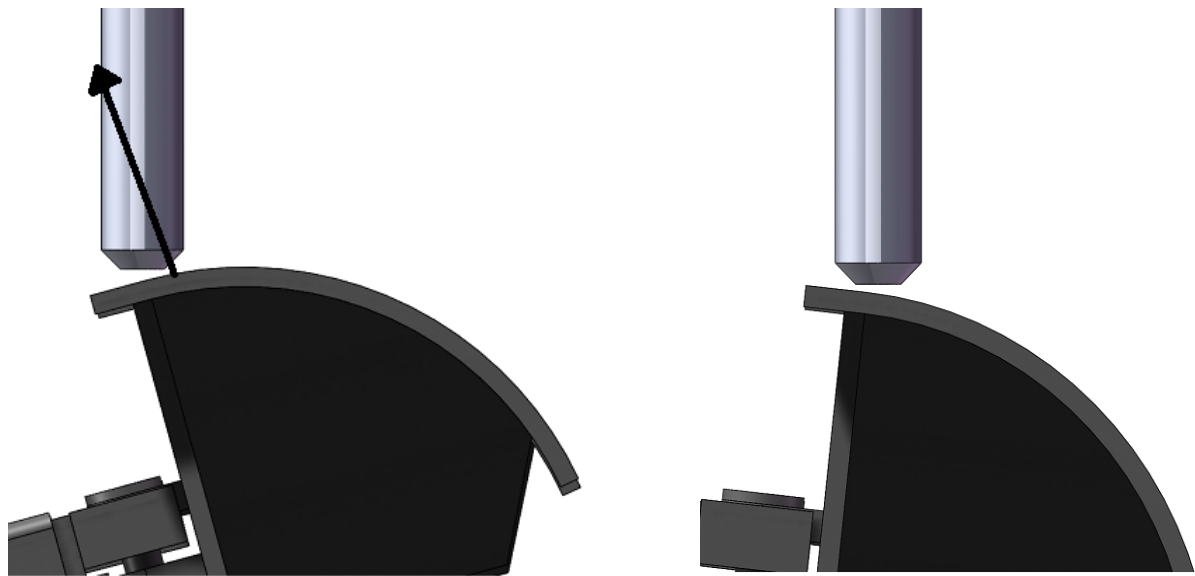


Figur 7.2.1 Hydraulcylinder med schema hur man räknar ut kolvarea.

Om en hydraulcylinder skall kunna lyfta tre ton så måste kolvarean vara minst $2,55E^{-3}m^2$. Det innebär en kolv diameter på cirka 50mm om trycket är på kolvsidan. Är trycket på kolvstångsidan som det är i detta fall, så behövs en cylinder med en kolv diameter på 80mm och stång diameter på 45mm. Efter diskussion med en utav de som jobbar med hydrauliken så visade det sig att de hade inne två stycken cylindrar med just denna diameter. Kolvstången till dessa hade en slaglängd på 160mm. Lagerbocken som valts behöver inga speciella egenskaper utan den är anpassad till cylindern.

7.3 Uppstötarfoten

Hävvarmen gör att uppstötarfoten får en bågrörelse. Detta medför att plåten som ligger på ovansidan måste vara böjd så att plungarna kan glida på ytan och få en lodrät rörelse. Man får även ha i åtanke att om uppstötarfoten inte sitter korrekt fastsatt så att den blir bakåtlutad så kommer plungarna inte glida utan tryckas snett uppåt och fastna. Detta visas i figur 7.1 och 7.2 nedan.

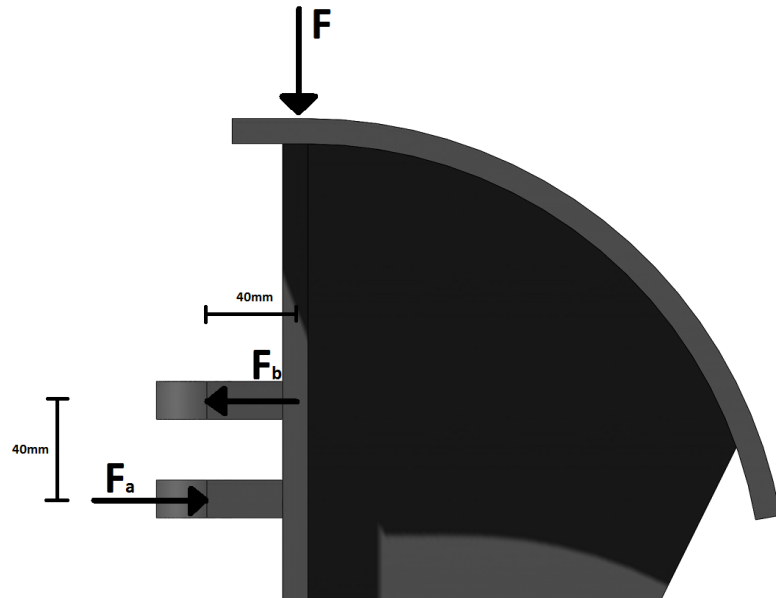


Figur 7.3.1. Här kommer uppstötarfoten trycka plungen snett uppåt. Figur 7.3.2 Här kommer kraften aldrig från sidan så att den trycks sne

7.3.1 Beräkning av hållkantryck

Cylindern ger en kraft på tre ton och hävarmen är sedan tidigare konstruerad att ge en kraft på fyra ton på uppstötarfoten. Om plungarna sitter helt fast och fyra ton inte räcker till så får uppstötarfoten en kraft på fyra ton rakt ner. Då måste det säkerställas med hjälp av några enklare ekvationer att hållkantrycket inte blir för stort där tappen sitter.

- F_a = Kraft i nedre fästet [N].
- F_b = Kraft i övre fästet [N].
- M_b = Moment i övre fästet [Nm].
- p = Hållkantryck [MPa]
- t = Tjocklek på fäste [mm].
- d = Diameter i hålet på fästet [mm].



Figur 7.3.1.1 visar hur krafterna kommer fördelas

För att beräkna F_a och F_b så ställs en moment ekvation upp enligt följande

$$M_b = F * 0,04 - F_a * 0,04 = 0. \quad (1)$$

$$F_a = \frac{F * 0,04}{0,04} \rightarrow F_a = F \quad (2)$$

Det maximala kraft som trycker i hålen är alltså ungefär 40000 N. Med detta resultat kan sedan det maximala hållkantrycket beräknas med hjälp av ekvationen ^[4]

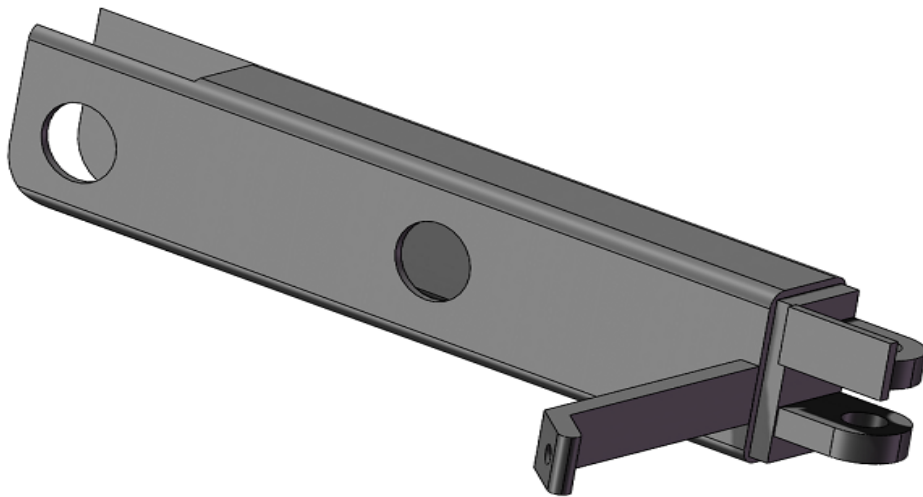
$$p = \frac{F}{d * t}. \quad (3)$$

$$p = \frac{40000}{0,003 * 0,0015} = 88,8 \text{ MPa} \quad (4)$$

Maxspänningen blir ungefär 90MPa och den tillåtna spänningen är 355MPa. Med detta resultat kan det konstateras att hållkantrycket inte kommer att göra någon större inverkan.

7.4 Hävarmen

Hävarmen är i grund och botten en vanlig VKR (Varmformade konstruktionsrör)-profil. I ena änden av hävarmen sitter ett balklock där två öglor svetsas för att lätt kunna sätta fast uppstötarfoten. I den andra änden har det skurits bort ur balken för att köögat på cylindern ska gå in i balken och enkelt kunna fästas. På den övre öglan sitter det en plåt som fungerar som ett stopp för uppstötarfoten när den är på väg tillbaka om en plunge har tryckt den åt sidan. Den långa utstickande plåten är till för att fästa fjädern i. Den sitter på ett sådant avstånd att när foten är helt vikt åt sidan så kommer inte fjädern att ta i öglorna eller stopplåten. Hävarmen får inte göras för lång. Plungarna sitter 320 mm från kanten på fundamentet och man vill inte att den ska sticka ut så långt från fundamentet heller.



Figur 7.4. Hävarmen med alla komponenter fastsvetsade.

7.5 Konsoler

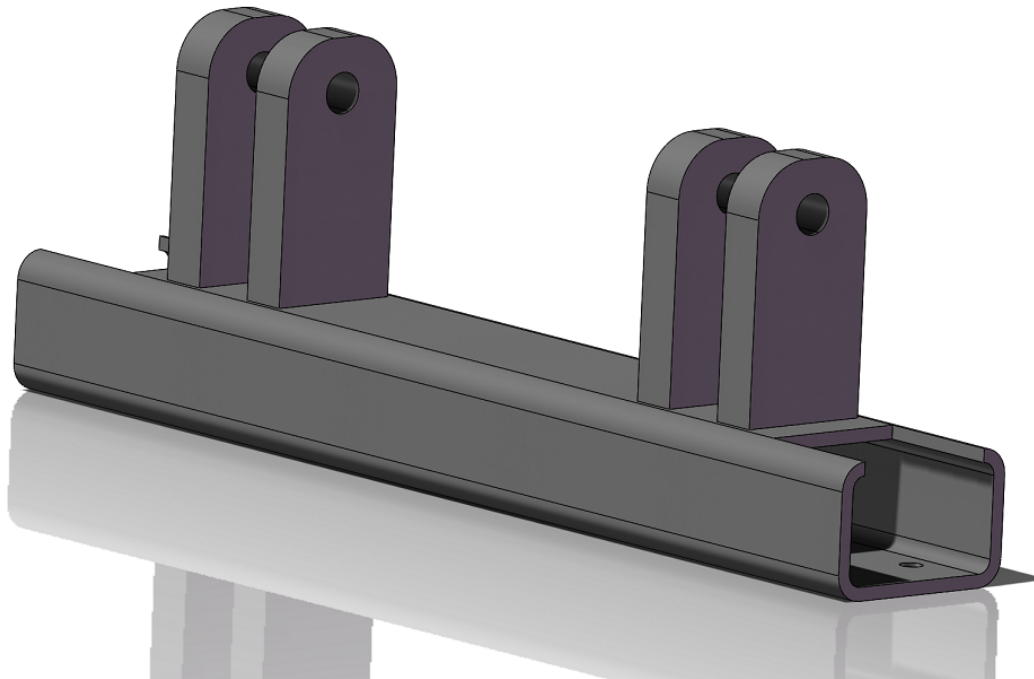
Konsolerna där cylindrarna skall monteras fast är väldigt enkelt konstruerade. De monteras fast i fundamentet med fyra stycken M16 expander skruvar. Det finns även hål borrade på ovansidan där lagerbocken kommer att fästas med skruv och mutter.



Figur 7.5.1. Konsol till lagerbockar.

7.6 VKR-profil med lagerbockar

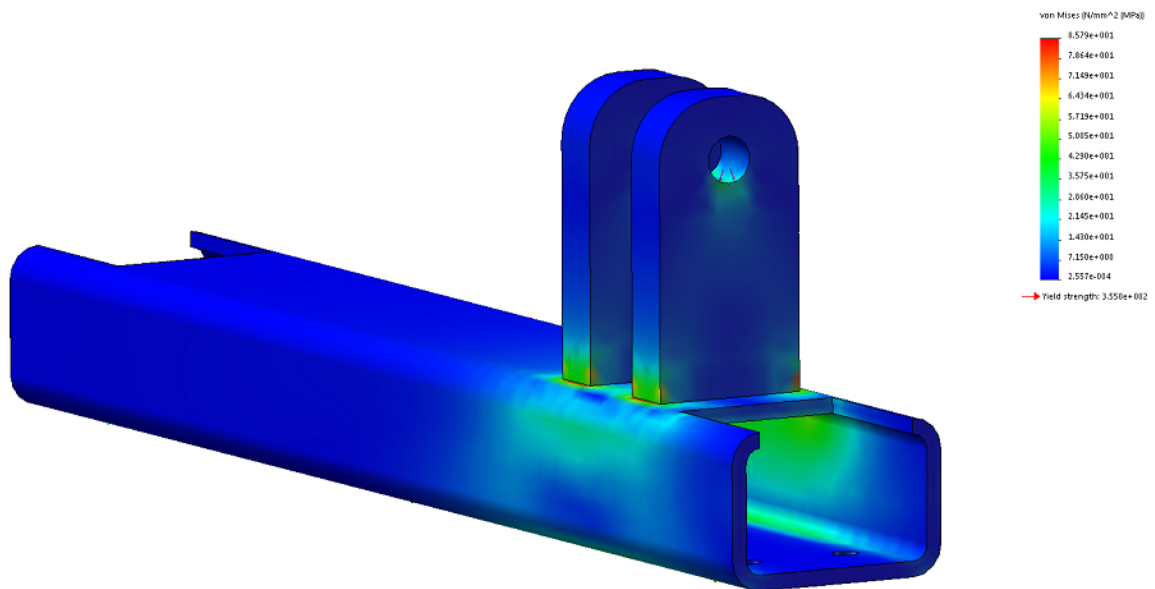
Lagerbockarna som är fastsvetsade i hävarmen står på en VKR-profil. Balken är monterad med fyra stycken M20 expander skruvar i fundamentet. Balken valdes för att få en stabil grund i konstruktionen, samt att avlasta lagerbockarna så man slipper göra dem så höga. Hävarmen måste komma en bit upp i luften föra att kunna uppfylla kravet för rätt slaghöjd.



Figur 7.6.1. VKR profil med laaerbockar.

7.6.1 FEM-beräkning för VKR-profil

Om man tänker sig samma scenario här som med uppstötarfoten så kommer vi få en kraft på tre ton i lagerbockarna. För att säkerställa att det inte blir någon större deformation eller för stort hållkantryck på lagerbockarna, samt att det inte blir någon deformation på VKR-profilen så görs det en FEM-beräkning på situationen.



Fiur 7.6.1.1 FEM beräknina på VKR profilens deformation.

Balkens undersida sätts fix, sedan läggs en kraft på tre ton inne i hålet på lagerbockarna. Resultatet vi får av FEM-analysen visar att det i princip inte blir någon deformation alls. Hållkantrycket ligger som max på 85 MPa och sträckgränsen är 355 MPa. Den största deformationen är bara några hundradels millimeter. Med detta kan vi konstatera att en kraft på tre ton inte gör någon större inverkan på konstruktionen.

8 Resultat och Diskussion

Tabell 8.1. Tabell med projektets resultat.

Krav/Önskemål	Resultat
Uppstötaren skall passa in i befintligt fundament	Uppstötaren passar in i det befintliga fundamentet.
Den skall ha en lyftkraft på minst 500kg	Lyftkraften är cirka fyra ton.
Får inte slå för högt så ramverket till gjuthjulet skadas	Den har en stor marginal till ramverket
Uppstötaren skall vara hydrauliskt styrd	Den är hydrauliskt styrd
Uppstötarfoten skall vara minst 50 mm från plungarna	Uppstötarfoten är 70 mm från plungarna
Säkerhet om hjulet skulle gå medans uppstötaren står uppe	Foten viker sig om en plunge träffar från sidan, sedan åker den tillbaka med hjälp av en fjäder
Kunna trycka upp plungarna minst 125mm	Den trycker upp plungarna 150 mm

Arbetet har gått riktigt bra och tidsplanen har varit en stor anledningen till det. Tidsplanens alla punkter har gjorts förutom Manual för drift och underhåll. Denna del byttes ut till ett hydraulschema, detta efter diskussion med handledaren som ansåg att ett hydraulschema var bättre i utbildningssyfte.

Resultatet blev en färdig konstruktion som kan skickas till en tillverkare och sättas i produktion. En sak man aldrig kan göra i onödan är att göra beräkningar en extra gång för att vara helt säker på att konstruktionen kommer att hålla.

Referenser

1. <http://www.boliden.com/sv/Verksamheter/Smaltverk/Ronnskar/>
2. <http://www.stackehydraulik.com/se/produkter/cylindertyper/enkelverkande-manovercylindrar>
3. Isaksson, O (1999). Grundläggande hydraulik.
4. Björk, K (1999). Formler och tabeller för mekanisk konstruktion (Femte upplagan)

Bilaga B

Bilaga C

Bilaga D

