

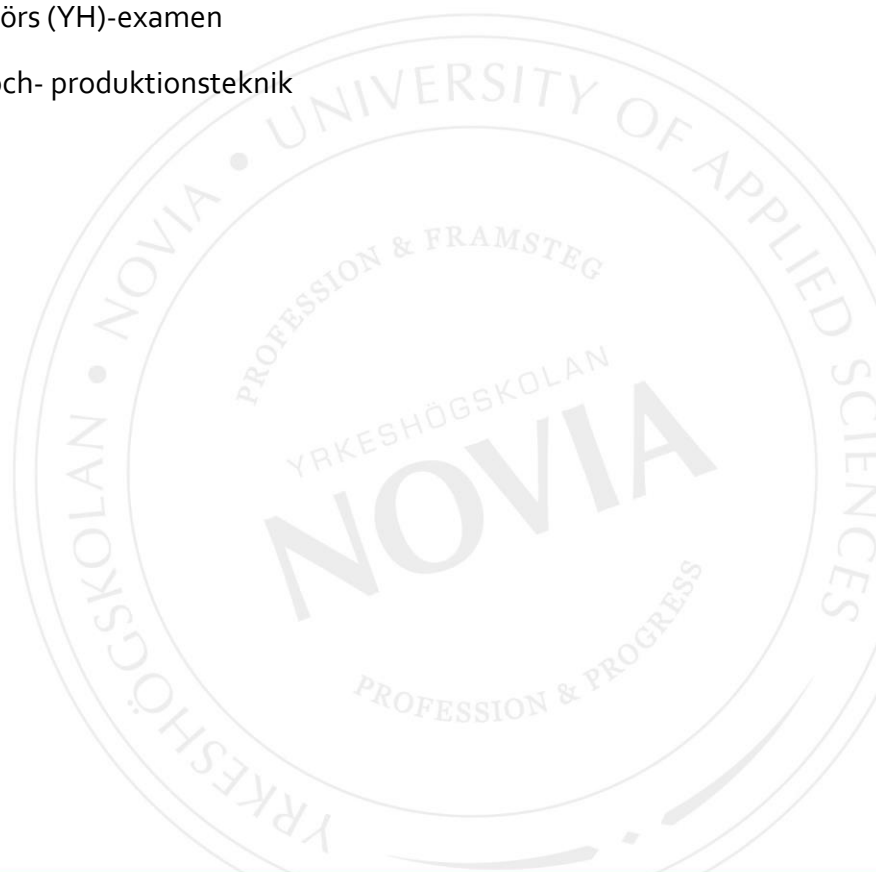
# Utveckling av polyetertillverkning

André Backlund

Examensarbete för ingenjör (YH)-examen

Utbildningen för maskin och- produktionsteknik

Vasa 2018



## EXAMENSARBETE

Författare:	André Backlund
Utbildning och ort:	Maskin- och produktionsteknik, Vasa
Inriktningsalternativ:	Bil- och transportteknik
Handledare:	Rolf Dahlin (Novia), Niklas Slotte (Ess-Ma), Ronnie Hästbacka (Ess-Ma)

Titel: Utveckling av polyetertillverkning

---

Datum 6.4.2018 Sidantal 37

Bilagor 1

---

### Abstrakt

Detta examensarbete utfördes vid familjeföretaget Ab Ess-Ma Oy i Esse. Företaget startade som ett underleverantörsföretag inom båtbranschen och tillverkar nu högklassiga inredningsdetaljer åt båtar och fartyg.

Syftet med examensarbetet var att granska den nuvarande tillverkningen av polyeter skumblock samt att planera ett nytt tillverkningsutrymme för skumblockstillverkningen. Ett delsyfte i examensarbetet var granskning av bestämmelserna kring lagringen av den farliga kemikalien Isocyanate TDI som används vid tillverkningen av skumblock.

Under arbetets gång insamlades och analyserades material och information. Möten hölls med företaget och de olika uppgifterna diskuterades. Resultatet från det insamlade materialet och diskussionerna ledde till att man undkom en del av de problem som fanns i den nuvarande tillverkningsprocessen, fick en bild av hur det nya tillverkningsutrymmet skulle se ut och fick samlat bestämmelserna för lagringen av den farliga kemikalien Isocyanat TDI.

---

Språk: svenska

Nyckelord: polyeter, skumblockstillverkning, TDI

---

## OPINNÄYTETYÖ

Tekijä:	André Backlund
Koulutus ja paikkakunta:	Kone- ja tuotanto tekniikka, Vasa
Suuntautumisvaihtoehto:	Auto- ja kuljetustekniikka
Ohjaaja:	Rolf Dahlin (Novia), Niklas Slotte (Ess-Ma), Ronnie Hästbacka (Ess-Ma)

Nimike: Polyeetterivalmistuksen kehittäminen

---

Päivämäärä 6.4.2018 Sivumäärä 37

Liitteet 1

---

### Tiivistelmä

Tämä opinnäytetyö on tehty Ähtävällä sijaitsevassa suomalaisessa perheyrietyksessä nimeltään Ab Ess-Ma Oy. Yritys aloitti aliurakoitsijana venealalla ja valmistaa nyt korkealaatuisia sisustusvaihtoehtoja veneisiin.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia nykyisen polyeetteri-vaahdablokkien valmistusta sekä suunnitella uusi valmistuslinja vaahdablokkien valmistukseen.

Opinnäytetyön osatarkoituksena oli myös tarkistaa vaarallisen kemikaalin säilytyksen määräykset. Ainetta Isocyanate TDI käytetään vaahdablokkien valmistuksessa.

Opinnäytetyön aikana tietoa ja materiaalia kerättiin ja analysoitiin. Yrityksen projektinvetäjien kanssa pidettiin kokouksia, joissa me keskustelimme näistä tehtävistä. Kerätty materiaali ja keskustelut johtivat siihen, että päästiin eroon joistakin haitoista, joita nykyisessä valmistuksessa oli. Saatiin myös kuva siitä, millaiselta uuden valmistuslinjan kuuluisi näyttää ja saatiin kerättyä Isocyanate TDI:n varastointiin kuuluvat määräykset.

---

Kieli: ruotsi

Avainsanat: polyeetteri, vaahdablokkituotanto, TDI

---

## BACHELOR'S THESIS

Author: André Backlund  
Degree Programme: Mechanical and Production Technology, Vasa  
Specialization: Car- and Transport Technology  
Supervisor(s): Rolf Dahlin (Novia), Niklas Slotte (Ess-Ma), Ronnie Hästbacka (Ess-Ma)

Title: Development of Polyether Manufacturing

---

Date 6.4.2018      Number of pages 37      Appendices 1

---

### Abstract

This thesis was made in collaboration with the Finnish family company Ab Ess-Ma Oy in Esse, a company that started as a subcontractor in the boat industry and which produces high-class interior decors for boats.

The aim of this task was to review the manufacturing process of polyether foam blocks and plan a new production facility for the foam block production.

A subsidiary aim with this task was to review the regulations of storing the highly hazardous chemical Isocyanate TDI, which is used in the making of polyether foam blocks.

During the project, information and other material was gathered and analyzed. Meetings were held with the project group where we discussed the different tasks. The discussion and gathered material resulted in overcoming some of the problems in the foam block production and getting an image of what the new production facility would look like. The regulations of storing the hazardous chemical Isocyanate TDI was also gathered into a document.

---

Language: swedish      Key words: polyether, foam block production, TDI

---

# Innehållsförteckning

1	Inledning.....	1
1.1	Bakgrund .....	1
1.2	Syfte .....	1
1.3	Avgränsning.....	1
1.4	Ab Ess-Ma Oy .....	2
1.5	Disposition .....	2
2	Teori .....	4
2.1	Historia.....	4
2.2	Råmaterial och tillverkning.....	4
2.2.1	Användning.....	5
2.3	Toluendiisocynat.....	6
2.3.1	Hälsorisker .....	6
2.3.2	Miljörisker .....	7
2.3.3	Fysiska risker .....	7
2.4	Bestämmelser för industriell hantering av kemikalier och gaser .....	7
2.4.1	Tukes .....	8
2.4.2	Säkerhetsrapport och tillsynsplan.....	8
2.4.3	Driftsövervakare .....	9
2.4.4	Verksamhetsutövarens skyldigheter .....	10
2.4.5	Organiserandet av verksamheten .....	10
2.4.6	Planering och byggande av en ny produktionsanläggning.....	10
2.4.7	Cistern- eller tankupplagring.....	11
2.4.8	Förebyggande av en storolycka .....	13
3	Metodik .....	14
3.1	Metoder .....	14
3.1.1	Kvalitativa metoder .....	14
3.1.2	Observationer .....	14
4	Resultat .....	15
4.1	Tillverkning samt processbeskrivning.....	15
4.1.1	Problematik samt utvecklingsområden.....	16
4.1.2	Förslag på förändring.....	17
4.2	Utgångsläge för ny produktionsanläggning .....	18
4.2.1	Placering.....	19
4.2.2	Grundidé .....	19
4.3	Blocktillverkningen .....	19
4.4	Lager.....	21

4.5	Ventilation.....	22
4.6	Säkerhet.....	23
4.7	Cisternlager .....	24
4.7.1	Pumpstation.....	24
4.7.2	Tank/Cistern .....	25
4.8	Liknande hallar .....	26
4.9	Ny tillverkningsanläggning.....	28
4.10	Resultatanalys .....	31
5	Kritisk granskning.....	33
5.1	Förslag till fortsatt forskning.....	33
6	Diskussion .....	34
7	Källförteckning.....	36

## Förord

Jag vill tacka Ab Ess-Ma Oy för att jag fått möjligheten att utföra och ta del av ett intressant och lärorikt examensarbete. Jag vill rikta ett stort tack till Niklas Slotte och Ronnie Hästbacka som har varit mina handledare vid företaget och hjälpt mig under arbetets gång. Jag vill även rikta ett stort tack till Rolf Dahlin vid Yrkeshögskolan Novia för de goda råd jag fått.

André Backlund

# 1 Inledning

Detta kapitel ger en kort inblick i examensarbetet, innehållande bakgrund och syfte till examensarbetet, avgränsningar, en kort presentation av företaget samt en disposition.

## 1.1 Bakgrund

Ab Ess-Ma Oy anskaffade år 2016 en maskin som lämpar sig för tillverkning av polyeter, även kallat skumgummi. Produktionen är i nuläget småskalig, men man har planer på att i framtiden utöka produktionen, vilket skulle innebära anskaffning av en större produktionsanläggning för detta, samt konstruktion av egen hall. Detta på grund av att den nuvarande produktionen är placerad i en hall för långt från huvudkontoret. Den nya anläggningen skulle även förbruka en större mängd av det hälsoskadliga ämnet Isocyanat TDI som används vid framställning av skumgummit. Därför behövs även en utredning av bestämmelserna angående lagringen av detta ämne. Eftersom man nyligen startat tillverkningen av polyeter kan man utveckla produktionen så att arbetet löper smidigare.

## 1.2 Syfte

Huvudsyftet med examensarbetet var att planera en ny produktionsanläggning för tillverkningen av polyeter och göra verksamheten till en välfungerande helhet, samt granska den nuvarande verksamheten och komma med ändringsförslag för att utveckla produktionen. Delsyftet var att därefter undersöka bestämmelserna gällande lagring av ämnet Isocyanat TDI som används vid tillverkningen. Ämnet köps i nuläget i 200 liters fat, målet är att kunna beställa ämnet via tankbil som sedan pumpar ämnet i en cistern vilket skulle innebära en markant ekonomisk besparing.

## 1.3 Avgränsning

Detta examensarbete begränsas till att lösa befintliga problem som finns i den nuvarande produktionen och planering av en ny anläggning samt granskning av lagringen av TDI. Jag kommer inte att undersöka bestämmelserna kring lagringen av de andra ämnena som används vid produktionen.



## 1.4 Ab Ess-Ma Oy

Ab Ess-Ma Oy är ett finländskt familjeföretag grundat år 1976. Företaget startade som ett underleverantörsföretag till båtbranschen och har utfört många arbeten åt stora båttillverkare såsom Oy Nautor Ab och Baltic Yachts Oy Ab LTD. Ab Ess-Ma Oy strävar efter att lyssna på kundens önskemål och erbjuda hög kvalitet tillsammans med flexibilitet och leveranssäkerhet.

Båtbranschen är fortfarande den största kunden och den huvudsakliga tillverkningen går ut på att man tillverkar inredningsdetaljer till båtar såsom soffor, fåtöljer, bänkar, madrasser osv. Man söker även hela tiden efter nya arbetsområden och partners att arbeta med. Man gör bland annat även arbeten åt hälso- och sjukvårdsbranschen och till offentliga miljöer såsom hotell och restauranger. Tjänsterna täcker planering, produktion och after sales.

Ab Ess-Ma Oy har i nuläget en produktionsanläggning i Esse som byggdes mellan åren 2011-2012. I företaget arbetar cirka 30 personer och man omsätter runt 2,5 miljoner euro per år. (Ab Ess-Ma Oy, u.d.).



**Figur 1. Företagets logo** (Ab Ess-Ma Oy, u.d.)

## 1.5 Disposition

Här följer en kort beskrivning om vad varje kapitel innehåller.

1. Kapitel 1 inleder examensarbetet och beskriver uppgiftens bakgrund, syfte och mål. Kapitlet innehåller även avgränsningar samt en kort presentation av företaget.
2. Kapitel 2 tar upp teorier angående tillverkningen av polyeter, råmaterial, processutrymmen och lagar kring lagringen av farliga kemikalier.
3. I kapitel 3 beskrivs de olika metoder som använts vid insamlingen av information till detta examensarbete.

4. I kapitel 4 beskrivs resultatet av granskningen av den nuvarande produktionen och planeringen av den nya tillverkningsanläggningen.
5. Kapitel 5 ger en kritisk granskning och förslag till fortsatt forskning.
6. Kapitel 6 avrundar examensarbetet med en diskussion.

## 2 Teori

I detta kapitel tas upp all teori som använts i fråga om tillverkningen av polyeterskumblock, toluendiisocyanat samt vilka bestämmelserna är för lagringen av farliga kemikalier.

### 2.1 Historia

Kemin för polyetertillverkningen uppfanns i samband med att företaget Wurths lade fram grunderna för den organiska kemin kring isocyanater år 1848 i Tyskland. Dock fann man inte någon kommersiell tillämpning för ämnet förrän på 1930- talet då Dr. Otho Bayer började göra experiment kring isocyanaters förmåga att producera fibrer som inte skulle omfattas av Duponts- patent på nylon. (DoubleGist, 2016).

Han uppfann då två typer av så kallade cellulära plastformer. En med stängd och en med öppen cellstruktur. I den slutna cellen är alla celler fullständigt stängda medan den öppna cellen har en mera svamplik uppbyggnad. De första industriella applikationerna kom dock först i början av 1940-talet. (DoubleGist, 2016).

Dessa är även idag de två mest använda skumformerna fastän det i dagens läge finns mycket mera variationer på polyetern men de flesta bygger på samma forskning som den som lades fram på 1930- talet i Tyskland. (DoubleGist, 2016).

### 2.2 Råmaterial och tillverkning

Tillverkningen av polyeterskum fungerar så att blås- samt skummedium, i detta fall polyol och amine reagerar med isocyanaterna och bildar polyeterskum. För att denna fusion skall vara möjlig behövs det vid tillverkningen av polyeterskum en rad olika råmaterial. Råmaterialen för tillverkning av polyeter är Isocyanate TDI, Polyol, amine, silicon, tin, vatten samt olika tillsatser/färger för att få fram de egenskaper man vill ha hos polyetern. (Allport, et al., 2003)

Polyol är själva grundämnet i polyetern. Av denna finns det två typer, HR polyol och visco polyol. Skillnaden mellan dessa ligger i deras flexibilitet och elasticitet och regleras via viskositeten. HR polyol står för High Resilience och har en mycket högre flexibilitet och elasticitet än vad visco polyol har. Detta mäts förenklat genom att man släpper en kula på en madrass och mäter hur högt den studsar. Desto högre viskositeten i skumgummimadrassen är desto ”sprödare” är materialet och desto mindre blir elasticiteten och flexibiliteten. Har

skumgummimadrassen däremot en låg viskositet blir ämnet tätare och hårdare vartefter kulan studsar högre. (Herrington & Hock, 1997).

Isocyanate TDI används som härdningsmedel i processen. Isocyanaterna styr dislokationsrörelserna i skummet genom förnätning av tvärbindingarna i molekylstrukturen och därigenom förbättras polyeterns mekaniska egenskaper. (Herrington & Hock, 1997).

Amine däremot används som Blower. Med andra ord är det Amine som bildar gasbubblorna i skumgummimassan och gör att polyetern blåser/sväller upp till en bal. Dessa gasbubblor består till största del av koldioxid och vatten. (DoubleGist, 2016).

Silicone fungerar som stabilisator och gör att balen blir stabil och hålls ihop. Detta genom att stabilisera bubblorna i skummet under expansionsfasen så att dessa inte hinner gå sönder vilket skulle leda till att balen skulle kollapsa. (DoubleGist, 2016).

Tin används för att göra slutprodukten hårdare eller mjukare. En grundläggande regel är att desto större mängd tin desto hårdare är slutprodukten. (Herrington & Hock, 1997).

### **2.2.1 Användning**

Det finns två typer av skum, flexibelt skum och stabilt skum. Flexibelt skum utgör den största marknaden och används bland annat vid transporter av ömtåliga föremål och som underlag till mattor och i möbler. Stabilt skum används även vid transporter av ömtåliga föremål och vid tillverkning av t.ex. surfbrädor. (The Dow Chemical Company, 2015).

Polyeter-baserade produkter kan även användas bland annat vid tillverkningen av bilsäten, möbelskumapplikationer, madrasser och andra applikationer som kräver skumgummi.

Polyeter finns även i lim och tätningsmedel avsedda för byggnadsbranschen. Ett bra exempel på detta är polyuretanskum. (The Dow Chemical Company, 2015).

## 2.3 Toluendiisocynat

Toluendiisocynat är ett aromatiskt isocyanat med den kemiska beteckningen  $C_6H_5(NCO)_2CH_3$ . Toluendiisocynat förekommer som en vätska som till sitt utseende varierar mellan färglös och ljusgul med en stark lukt. Toluendiisocynat framställs i sex steg:

1. **Nitrering**, toluen och salpetersyra blandas för att bilda dinitrotoluen.
2. **Hydrogenering**, man låter dinitrotoluen reagera med vätgas över en katalysator för att skapa toluendiamin.
3. **Destillation 1**, denna blandning av olika toluendiamin isomerer destilleras för att kunna få meta-toluendiamin.
4. **Fosgenerering**, Det renade toluendiaminet reagerar sedan med fosgen för att bilda toluendiisocyanat, (TDI).
5. **Destillation 2**, TDI<sub>n</sub> som har bildats destilleras åter för att skapa en 80/20 – blandning av 2,4-TDI och 2,6-TDI.
6. **Separering**, slutligen separeras blandningen för att få en ren 2,4-TDI och en 65/35 blandning av 2,4-TDI och 2,6-TDI.

(The Dow Chemical Company, 2015).

### 2.3.1 Hälsorisker

TDI är ett ytterst giftigt ämne som bör behandlas med försiktighet. Hälsorisker som kan förekomma av att man utsetts för TDI är:

- Irritation i ögonen som i värsta fall kan ge upphov till en måttlig hornhinneskada.
- Allergiska hudreaktioner vid hudkontakt.
- Giftiga ångor kan orsaka problem i luftvägarna och i värsta fall leda till död. Överdriven exponering av TDI - ångor kan orsaka allvarliga irritationer i övre luftvägarna och lungor, vätska i lungorna, permanent minskning av lungkapaciteten och neurologiska störningar.
- Astmaliknande symtom.

(The Dow Chemical Company, 2015).

### **2.3.2 Miljörisker**

När TDI utsätts för vatten övergår ämnet från flytande form till fast form. Detta begränsar TDI:ns transport ut i naturen vid ett möjligt läckage. Man har även gjort prover på bland annat olika sjöhavsväxter och konstaterat att dessa inte påverkas negativt av ämnet och att ämnet är biologiskt nedbrytbart. Organisation för ekonomiskt samarbete och utveckling (OECD) har därmed konstaterat att TDI inte utsätter miljön för någon betydande risk. (The Dow Chemical Company, 2015).

### **2.3.3 Fysiska risker**

TDI är ett farligt ämne som måste hanteras försiktigt. TDI är stabilt under rekommenderade lagringsförhållanden. TDI kan dock sönderdelas vid förhöjda temperaturer, vilket i sin tur kan leda till en snabb tryckbildning i slutna system.

TDI kan även reagera starkt ifall ämnet utsätts för fukt vilket även kan leda till tryckbildning i slutna system och bland annat leda till att slutna behållare och cisterner brister. Rök som innehåller TDI- gas och som kan uppstå vid en brand är väldigt farlig att andas in.

Vid ett TDI- spill bör ämnet först absorberas med något fast ämne som t.ex. våt sand eller lera. Materialet man använder bör sedan föras för neutralisering till ett företag som tar hand om farliga material. Platsen där TDI- utsläppet har skett skall sedan tvättas med en riklig mängd vatten. (The Dow Chemical Company, 2015).

## **2.4 Bestämmelser för industriell hantering av kemikalier och gaser**

På Tukes hemsida finns information om lagringen av farliga kemikalier och gaser. Dessa är indelade i två kategorier, upplagring i liten omfattning samt omfattande industriell hantering. När man i en ny produktionsanläggning vill bedriva omfattande industriell hantering och lagring av en farlig kemikalie eller om man vill öka produktionen och den mängd farliga kemikalier som upplagras skall man söka tillstånd från Tukes. Omfattningen av en anläggnings verksamhet fastställs utifrån kemikaliernas mängd och farlighet. (Tukes, u.d.).

Tillstånd för en sådan verksamhet skall ansökas i god tid före byggandet av en anläggning inleds och detaljerade lösningar för verkställandet görs.

I tillståndet fastställs villkoren för verksamheten och en inspektion över anläggningen görs innan den tas i drift. Ansökningstiden för ett tillstånd ligger runt åtta månader. Tillståndet ges ifall kraven på de säkerhetsåtgärder som finns i kap 2 i lagen om säkerhet vid hantering av farliga kemikalier och explosiva varor (3.6.2005/390) uppfylls. Tukes gör även flera kontroller för att se att verksamheten stämmer överens med de krav som finns i tillståndet, samt utarbetar en tillsynsplan. (Tukes, u.d.).

Ifall hantering och lagring av kemikalier sker i endast en liten skala övervakas detta av räddningsmyndigheterna. När man inleder en dylik liten verksamhet skall man göra en anmälan till räddningsmyndigheterna. (Tukes, u.d.).

#### **2.4.1 Tukes**

Tukes är en förkortning av Turvallisuus- ja kemikaalivirasto. Tukes är en myndighet som arbetar inom arbets- och näringsdepartementet. Tukes är en nationell licens- och tillsynsmyndighet som arbetar för att främja säkerheten och tillförlitligheten för produkter, tjänster och industriella aktiviteter. Tukes grundades år 1995 och har fem avdelningar i sin organisation. Dessa är, kemikalieavdelningen, industriavdelningen, produktavdelningen, ackrediteringstjänsten FINAS och avdelningen för information och utveckling. (Tukes, u.d.).

#### **2.4.2 Säkerhetsrapport och tillsynsplan**

För att få ett tillstånd för lagring av farliga kemikalier eller utökande av verksamheten skall en säkerhetsrapport göras. Enligt statsrådets förordning om övervakning av hanteringen av och upplagringen av farliga kemikalier (21.5.2015/685) kapitel 3 §14 skall verksamhetsutövaren i säkerhetsrapporten följa följande punkter.

1. Lämna in de behövliga uppgifter om organisationen och det säkerhetsledningssystem som behövs för att verksamhetsprinciperna ska kunna följas.
2. Lämna in en utredning om att riskerna för en storolycka i produktionsbyggnaden har identifierats och att åtgärder har vidtagits för att förebygga dessa och begränsa följderna av en sådan.
3. Redogöra för att säkerhetskraven som finns i kemikaliesäkerhetslagen och de förordningar som gäller beaktats.
4. Göra upp en räddningsplan.

5. Lämna tillräckligt med information för uppgörandet av en extern räddningsplan.
6. Ge uppgifter om placeringen av produktionsanläggningen och planeringen om hur omgivande mark ska användas.

Tukes skall sedan granska rapporten inom skälig tid och meddela verksamhetsutövaren om slutsatserna av säkerhetsrapporten. Verksamhetsutövaren skall sedan göra ändringar i säkerhetsrapporten ifall Tukes kräver det. Säkerhetsrapporten skall även uppdateras ifall det sker ändringar i verksamheten, det har skett en storolycka, det har kommit fram brister i utredningen av olycks- och farosituationer eller om verksamhetsutövaren byts ut. En säkerhetsrapport skall dock ses över och uppdateras minst vart femte år. Detta enligt samma lag kapitel 3 §15.

Till verksamhetsutövarens övriga plikter hör även uppgörandet av en tillsynsplan över området där produktionen sker. Enligt statsrådets förordning om övervakning av hanteringen av och upplagringen av farliga kemikalier (21.5.2015/685) kapitel 3 §27 skall en tillsynsplan innehålla åtminstone:

1. En förteckning av produktionsanläggningarna.
2. En förteckning av produktionsanläggningar som kan leda till dominoeffekter, vilka kan bidra till att en risk för att en olycka kan spridas.
3. En förteckning över de produktionsbyggnader där externa faro- eller risk källor kan öka sannolikheten till en storolycka.
4. Förfarandet av periodiska inspektioner
5. Förfaranden vid övriga inspektioner
6. Samarbetet med de olika myndigheterna som utför inspektionerna av anläggningarna.

Tillsynsplanen granskas sedan även av Tukes.

### **2.4.3 Driftsövervakare**

I produktionsanläggningar som bedriver en omfattande industriell användning och lagring av kemikalier skall det finnas en ansvarig person som håller koll på detta, en så kallad driftsövervakare. Driftsövervakarens uppgift är att kontrollera att de stadganden,



bestämmelser och tillstånd som gäller kemikalierna följs. Den som utses för uppgiften att bli driftsmästare på ett företag skall avlägga ett behörighetsprov hos Tukes. (Tukes, u.d.)

#### 2.4.4 Verksamhetsutövarens skyldigheter

Enligt lagen om säkerhet vid hantering av farliga kemikalier och explosiva varor (3.6.2005/390) kap 2 §7 har verksamhetsutövaren en skyldighet att inhämta information om de fysikaliska och kemiska, brand- och explosionsfarliga samt hälso- och miljöfarliga egenskaperna och klassificeringen av dessa som skäligen kan fås. Verksamhetsutövaren har även som skyldighet att granska ifall det finns mindre farliga ämnen som skulle kunna byta ut den farliga. Verksamhetsutövaren har även omsorgsplikt.

Med omsorgsplikt menas att ifall den farliga kemikalien sprids så att konstruktioner eller miljön förorenas, skall verksamhetsutövaren eller den som är skyldig till att kemikalien spridits se till så att konstruktionerna och miljön återställs i sådant skick att denna inte längre utgör en fara för människor eller miljön. Lag om säkerhet vid hantering av farliga kemikalier och explosiva varor 3.6.2005/390.

#### 2.4.5 Organiserandet av verksamheten

Vid en organisering av en dylik verksamhet måste man enligt lagen om säkerhet vid hantering av farliga kemikalier och explosiva varor (3.6.2005/390) kap 2 §10 ta i beaktande:

- **Förebyggande av olyckor**, hela verksamhetsområdet skall vara planerat så att man kan förebygga olyckor och begränsa följderna av dem för människors hälsa och miljön samt egendom.
- **Organisation och personal**, verksamhetsutövaren skall se till att personal samt personal från andra företag som är verksamma på området får tillräcklig utbildning, vägledning och handledning för att kunna utföra säker drift vid produktionsanläggningen. Lag om säkerhet vid hantering av farliga kemikalier och explosiva varor 3.6.2005/390.

#### 2.4.6 Planering och byggande av en ny produktionsanläggning

Enligt lagen om säkerhet vid hantering av farliga kemikalier och explosiva varor (3.6.2005/390) kap 2 §13 skall alla anläggningar som berör tillverkning, upplagring och hantering av farliga ämnen vara planerade, dimensionerade, byggda och placerade så att

dessas vid sedvanligt bruk inte kan leda till explosioner, bränder eller kemikalieutsläpp som direkt kan hänföra skador på personer, miljön eller egendom kring tillverkningsområdet.

Aggregat och anläggningar skall vara placerade så att dessa kan användas, underhållas och besiktas på ett ändamålsenligt sätt. Samt att dessa skall vara försedda med sådana varning- och säkerhetsskyltar som behövs för att undvika olyckor. Det är även viktigt att luftcirkulationen är sakenlig. Ventilationen skall enligt kap 2 §12 i samma lag vara planerad så att hanterings- och upplagringsutrymmena av kemikalierna som används inte kan medföra fara för hälsan. Spridningen av farliga gaser, ångor, dimma och damm skall begränsas till ett så litet område som möjligt. Detta är möjligt att uppnå via t.ex. punktutsugning eller andra tekniska medel.

Utrymmen där man upplagrar eller hanterar farliga kemikalier skall enligt samma lag kap 2 §14 vara placerade så att de är åtskilda från de utrymmen där anställda arbetar med andra uppgifter. Lagringsplatserna för kemikalierna får heller inte vara placerade så att dessa förhindrar möjligheten att tryggt avlägsna sig vid en eventuell olycka. De som deltar i bekämpningsåtgärderna måste även lätt kunna ta sig till bekämpningsobjekten och det skall vara möjligt att på ett snabbt och tryggt sätt köra ner verksamheten.

Placeringsmässigt får upplagringen och hanteringen av farliga ämnen såsom TDI inte vara placerade så att utomstående obehöriga personer kan ha tillträde till dessa. Vid planeringen av placeringen måste man även ta hänsyn till omkringliggande bebyggelse samt möjliga naturobjekt och grundvatten områden. Detta enligt kap 2 §17-20.

Enligt kap 3 §28 skall verksamhetsutövaren göra en intern räddningsplan för den anläggning där upplagring och tillverkning sker ifall upplagringen anses vara omfattande. Detta för att fastställa vilka åtgärder man tar till vid en förutsedd olycka, begränsar följderna av en sådan och hur man undanröjer spåren efter en olycka. Lag om säkerhet vid hantering av farliga kemikalier och explosiva varor 3.6.2005/390.

#### **2.4.7 Cistern- eller tankupplagring**

Om Ab Ess-Ma Oy expanderar sin tillverkning av polyeterblock vill man kunna lagra TDI i en cistern eller tank för att kunna köpa ämnet via tankbil vilket är mycket billigare än att köpa ämnet via fat.

Detta är möjligt ifall tanken/cisternen uppfyller de krav som ställs i lagen om säkerhet vid hantering av farliga kemikalier och explosiva varor (3.6.2005/390) kap 5 §49. I

lagparagrafen är det antecknat att en cistern som används för att lagra en farlig kemikalie skall vara planerad, dimensionerad och tillverkad så att den är tät och hållfast samt att den tål verkningarna av den kemikalie som upplagras, störningar och bruksändamålet. Detta för att inte kemikalien okontrollerat kommer ut ur cisternen/tanken. Lag om säkerhet vid hantering av farliga kemikalier och explosiva varor 3.6.2005/390.

För att bättre förstå skillnaden på vad som menas med cistern och tank i stadsrådets förordning om säkerhetskraven vid industriell hantering och upplagring av farliga kemikalier (20.12.2012/865) definieras en cistern som en fast cistern, löscistern, flyttbar cistern eller som en tankcontainer som är avsedda för upplagring av kemikalier. Medan man med en tankcontainer menar en transportabel cistern vars volym överstiger 450 liter.

På grund av att TDI även vid brand kan leda till tryckstegringar i ett slutet system måste det även beaktas att verkningarna från denna tryckstegring kan förhindras. Ett bra sätt att hålla koll på tryckstegringen är med hjälp av en övertrycksventil. Enligt stadsrådets förordning om säkerhetskraven vid industriell hantering och upplagring av farliga kemikalier (20.12.2012/865) kap 2 §12 skall även en silo eller cistern vara placerad på minst fem meters avstånd från produktionsanläggningens tomtgräns. Ifall ämnet i fråga kan brinna eller sönderfalla av hetta, skall även spridningen av hälsofarliga rökgaser och sönderfallsprodukter tas i beaktande vid placeringen av tanken/cisternen.

Enligt kap 3 §23 i samma lag får det i en cisterngrupp finnas högst 30 000 m<sup>2</sup> farliga kemikalier. En cisterngrupp får högst bestå av två rader. Ifall cisternen/tanken är placerad inomhus skall den enligt kap 3 §30 vara placerad så att denna är minst en meter från närmaste vägg eller liknande cistern.

En byggnad där man lagrar farliga kemikalier skall även enligt kap 4 §36 i samma lag vara planerad i flera brandceller. Ifall man använder sig av en tank vid upplagringen av en farlig kemikalie skall tanken bestå av dubbla väggar om inte tanken har en avrinnings/skyddsbassäng. Då är det tillåtet att ha en tank med enkla väggar. Detta enligt kap 4 §46. Ifall man lagrar kemikalier i en cistern måste den stå i en skyddsbassäng eller vara försedd med trösklar. Detta gäller även påfyllnings- eller tömningsplatserna. Detta enligt kap 4 §53.

Enligt stadsrådets förordning om säkerhetskraven vid industriell hantering och upplagring av farliga kemikalier (20.12.2012/865) kap 4 §52 skall även alla processaggregat såsom

pumpar vara placerade på ett tätt underlag som tål verkningarna av kemikalien som upplagras samt möjliga läckage och skall omges av trösklar.

Enligt kap 4 §57 skall avloppsplaneringen på en upplagrings eller påfyllnadsplats i ett processutrymme vara planerad och genomförd så att förorenat vatten inte kan okontrollerat spridas i vattendrag, jorden eller något annat avloppsnät. Avledningen av regnvatten som samlas i en vallbassäng utomhus skall även ledas bort på ett kontrollerat sätt. Statsrådets förordning om säkerhetskraven vid industriell hantering och upplagring av farliga kemikalier 20.12.2012/856.

På grund av att den optimala temperaturen för att lagra TDI är 15 – 25°C, är det ett måste att lagra ämnet inomhus vilket därmed även innebär att behållaren där ämnet lagras skall finnas inomhus. Ämnet TDI kristalliseras nämligen ifall temperaturen faller under 15°C och ifall den överstiger 25°C finns det risk att vatten har samlats i behållaren. (Allport, et al., 2003)

#### **2.4.8 Förebyggande av en storolycka**

Ifall upplagringen och hanteringen av en farlig kemikalie kan leda till en storolycka skall verksamhetsutövaren utifrån kemikaliens mängd och farlighet upprätthålla ett dokument som beskriver verksamhetsprinciperna eller en säkerhetsrapport. I dokumentet ska verksamhetsutövaren redogöra sina verksamhetsprinciper gällande förebyggande och begränsning av storolyckor och visa att dessa tillämpas, samt lämnar in uppgifter om företagets organisation och säkerhetsledningssystem.

Verksamheten skall vara planerad så att den upprätthåller en hög skyddsnivå för människornas hälsa och miljö. Den skall vara planerad i proportion till risken av en storolycka på produktionsområdet. Den skall inbegripa allmänna mål och verksamhetsprinciper, ledningens roll och ansvar, samt åtgärder för att kontinuerligt förbättra hanteringen av riskerna för en storolycka och säkerställandet av en hög skyddsnivå. Detta enligt lagen om säkerhet vid hantering av farliga kemikalier och explosiva varor (3.6.2005/390) kap 3 §30. Lag om säkerhet vid hantering av farliga kemikalier och explosiva varor 3.6.2005/390.

### **3 Metodik**

I detta kapitel informeras om vilka metoder som använts för att samla in behövlig information för att utföra detta examensarbete. I kapitlet beskrivs även vad de olika metoderna går ut på.

#### **3.1 Metoder**

I detta examensarbete har kvalitativa metoder i kombination med observationer haft en viktig roll med tanke på uppgiftens syfte. Den praktiska delen av examensarbetet utfördes nämligen så att man hade möten med handledarna på företaget där man diskuterade olika ärenden samt fick se över faciliteterna och hur arbetet utfördes. En stor del av resultaten i detta examensarbete gjordes på bas av just observationer i arbetsmiljön.

Vad gäller delsyftet i detta examensarbete bestod största delen av arbetet av att granska lagtexter och sammanställa informationen från dessa. Dessa gicks sedan även igenom med handledarna på företaget.

##### **3.1.1 Kvalitativa metoder**

Kvalitativa metoder går ut på att man via observationer och intervjuer samlar in behövlig information om ett ämne. Ofta används dessa parallellt och struktureras beroende på situation, frågeställning, teori eller de undersökta variablerna. Ifall kvalitativa metoder används är oftast gruppen man undersöker mindre och svaren fås i ordform istället för i numerisk form som i kvantitativa forskningsmetoder. (Eliasson, 2013).

Vid användningen av kvalitativa forskningsmetoder är det av stor vikt att dokumentationen är tillräcklig och att den som undersöker får med allt vad som framgår vid intervjuerna och observationerna. (Eliasson, 2013).

##### **3.1.2 Observationer**

Vid observationer strävar observatören eller observatörerna att iaktta miljön som undersöks och dokumentera den. Vid iakttagelserna förhåller sig observatören mer eller mindre deltagande. Skalan för detta går från ren och skär observatör till deltagare. Det är viktigt att observatören dokumenterar det han sett skriftligt oberoende om huruvida observatören valt att vara en deltagande observatör eller inte. (Eliasson, 2013).

## 4 Resultat

I detta kapitel beskrivs produktionen, de problem som finns och hur produktionen skulle kunna förbättras. I detta kapitel beskrivs även utgångsläget för den nya produktionsanläggningen gällande maskiner och olika planlösningar. Informationen har i stora drag samlats in via observationer och via intervjuer med personalen på företaget. Kapitlet avslutas med en resultat diskussion.

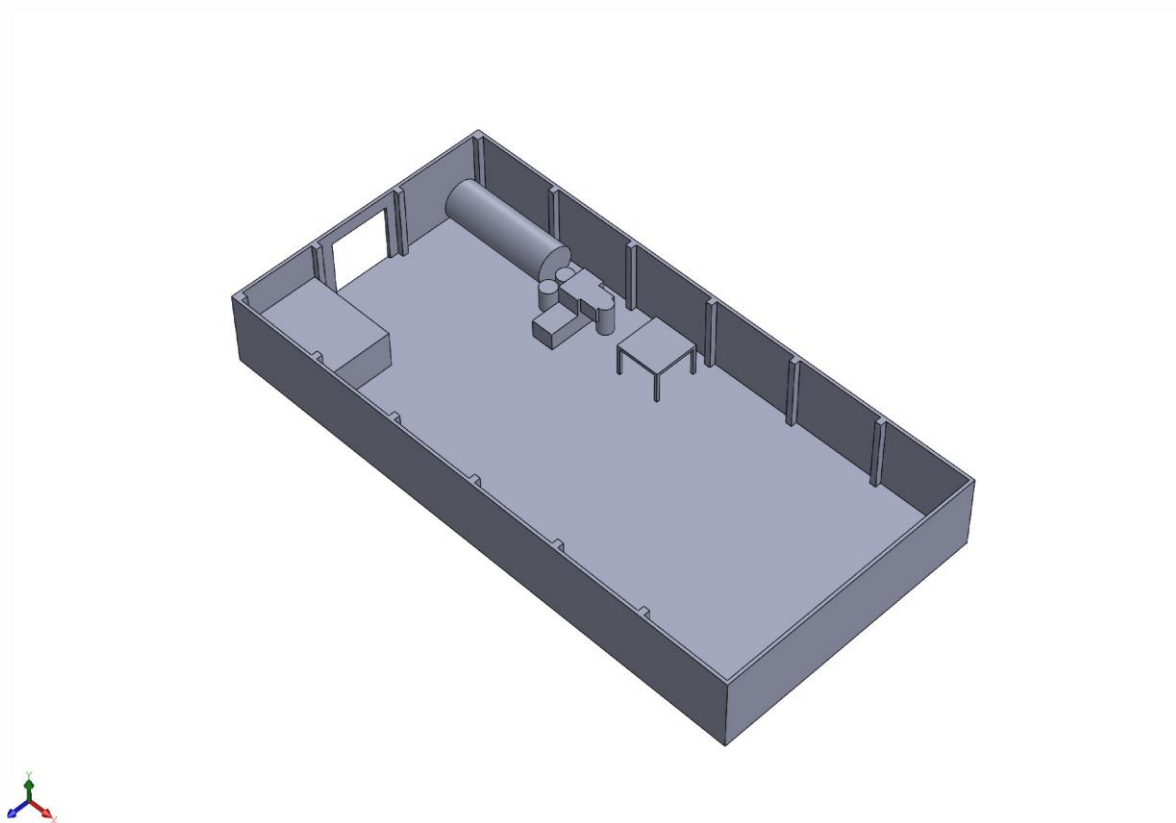
### 4.1 Tillverkning samt processbeskrivning

Tillverkning av polyetern sker så att Polyol, TDI och de andra ämnena som används vid processen pumpas ur cisterner till en blandare som man via dator programmerar att göra rätt blandning. Efter detta sprutar maskinen ut ämnet i en förseglad form där blandningen sedan ”jäser” och formar en bal. När ämnet jäst klart öppnas formen och den färdiga balen transporteras bort. Beroende på maskin sker detta manuellt eller via automation.

Ab Ess-Ma Oy utför tillverkningen av polyeterskumblock i en skild hall cirka 10 km från huvudkontoret. I hallen finns ett mindre rum där behållarna med polyol och TDI finns. Eftersom tillverkningen i nuläget är relativt småskalig köps polyol i kubiks kontrar och TDI i 200 liters fat som man sedan fyller behållarna med. I rummet finns en större tank som man har som avsikt att ta i bruk när tillverkningen ökar.

För tillverkningen av polyeterskumblocken har man skaffat en maskin av märket Hennecke. Maskinen har en databas med vilken man programmerar en lämplig blandning som sprutas ut i en form. Formarna som används i detta fall är hjulförsedda och av trä med nedvikbara sidor. Formarna skuffas sedan manuellt av två personer in under en ställning, som fäller ner ett lock över formen och förseglar därmed den. Detta sker även manuellt genom att man tar bort vajerförsedda vikter som håller upp locket.

När polyeterskumblocket jäst klart sätts motvikterna på plats och locket lyfts upp. Sidorna på formen viks ner och man transporterar det färdiga blocket till ett lagringsutrymme längre in i hallen. Maxvidden på blocken som kan tillverkas med detta upplägg är 2,1x2,1x1m. Man har även ett rum där man kan göra tester för att se hur blandningarna reagerar.



**Figur 2. Ritning över nuvarande produktionshall** (Ab Ess-Ma Oy, u.d.)

#### 4.1.1 Problematik samt utvecklingsområden

Maskinen Ab Ess-Ma Oy använder är till konstruktionen till en viss del primitiv med tanke på att en stor del av arbetsmomenten måste skötas manuellt. Maskinen kommer dock som ett färdigt paket så det går inte att automatisera den. Det finns dock en hel del utvecklingsområden för att få arbetet att löpa smidigare.

Det moment som tar mest tid i processen och som därmed utgör största problemet är beläggningen av ytorna på träformarna. För att materialet inte ska fastna i formen och rivas sönder när man tar loss blocket måste man ha något slags skiljematerial mellan polyeter blocket och väggarna på formen. Exempel på skiljematerial är bland annat vax eller papper. Användningen av dessa två skiljematerial är dock väldigt tidskrävande. Vid användningen av vax måste t.ex. formen vaxas efter varje tillverkat block och användning av papper är inte heller optimalt eftersom det tar lång tid att fästa pappret på väggarna i formen.

Ett annat problem är att man inte har någon som tar hand om spill och avfall från produktionen, utan detta samlas därmed i hallen. Polyeterblocken avger till en viss del farliga ångor så länge de svalnar och borde därför lagras utomhus istället för att endast lagra dem i

en skild del av hallen. Halten av TDI- ångor i luften borde avläsas för att kontrollera hur mycket ångor som personalen som arbetar i processutrymmet utsätts för.

Med tanke på de bestämmelser som finns för upplagring av farliga kemikalier i en byggnad borde man begränsa tillträdet till hallen på ett effektivare sätt. I nuläget kan utomstående inte komma in i hallen utifrån, men det finns andra aktörer i samma byggnad och de kan obehindrat ta sig till den avdelning där man tillverkar skumplastblock och utsättas för de faror som TDI medför.

#### **4.1.2 Förslag på förändring**

Att hitta ett skiljematerial till formarna som används vid tillverkningen är inte lätt. Ämnet liknar till stort sett polyeterlim och fastnar i så gott som allt. Pappret som används i nuläget är så kallat Mondipapper. Pappret består av två delar, papper och skyddsfilm. Mondipappret är menat för en fortlöpande process och inte en sådan som företaget idag använder. I en fortlöpande process dras pappret bort och skyddsfilmen stannar automatiskt kvar på polyeterblocket, varefter blocket skjuts fram i systemet. Företagets modell är en så kallad ”discontinued” process så därför lämpar sig detta inte riktigt då pappret fastnar och plasten åker in i blocket när den sväller i formen.

Jag började arbetet med att granska olika metoder som företag och andra har testat för att se ifall det finns bättre sätt eller om man kan hitta ett annat skiljematerial. Något annat skiljematerial hittades inte. Det enda jag efter undersökningar på nätet hittade var att polyeterlim inte borde fastna på teflon. Detta var ändå relativt långsökt och har inte testats desto mera. Dock hittades en lämplig lösning på problemet till slut som både snabbade upp processen och gjorde den bättre. Lösningen har valts att hållas hemlig.

Vad gäller lagringen av polyeter blocken vore det bäst att lagra dessa utomhus under ett tak omringat av galler. Detta skulle inte vara dyrt att bygga och man skulle bli av med problemet med att blocken avger hälsofarliga ångor inomhus. Polyeter blocken är farliga även på grund av att dessa kan självantändas ifall något går snett vid blandningen av de olika ämnena. Genom att placera blocken på detta sätt skulle man även göra den nuvarande byggnaden mera brandsäker än förut.

Problemet med TDI- ångorna finns dock kvar fastän blocken skulle lagras utomhus. Detta på grund av att ångorna uppkommer i hallen också vid tillverkningsprocessen. Ventilationen i hallen är omgjord enligt Tukes bestämmelser angående lagring av farliga ämnen.



För att göra arbetet ännu säkrare vore det bra att ha någon slags mätare som avläser mängden TDI i luften. Den högsta tillåtna mängden TDI- ångor som får finnas är 0,036 mg/m<sup>3</sup> ifall man vistas åtta timmar i tillverkningsutrymmet. Efter noggranna undersökningar hittades flera mätare för ändamålet. En enkel variant skulle vara så kallade MORPHIX SafeAir kort. Dessa kort byter färg när de utsätts för isocyanater såsom TDI. Färgen blir mörkare ifall mängden TDI- ångor i luften ökar och man kan jämföra dessa med en tabell för att se hur stor mängden isocyanat ångor det finns i arbetsmiljön.

Det finns även en rad olika fasta eller portabla apparaturer för att avläsa TDI- mängden i luften. Exempel på en fast apparatur är en ChemLogic 1 gasmätare och en portabel CLPX NextStep. Dessa apparaturer ligger på runt 7000€ plus frakt. (AFC International Inc., u.d.).

Under de besök jag har gjort i produktionshallen har jag lagt märke till hur mycket spill och avfall som samlas. Jag frågade de kontakter jag hade på företaget och de sade att de tagit kontakt till den lokala återvinningscentralen men att de aldrig fick något riktigt svar. Jag gav då som förslag att man borde vara i kontakt med företaget Lassila & Tikanoja Oy. Lassila & Tikanoja Oy är ett företag som jag vet att länge har varit aktiva inom återvinningsbranschen och som tar hand om industri- och kemikalieavfall. Av dem har man nu fått hjälp med hur man skall gå till väga gällande återvinningen och bortforslingen av avfallet och spill produkterna.

## **4.2 Utgångsläge för ny produktionsanläggning**

Ifall Ab Ess-Ma Oy väljer att utöka sin produktion så krävs det en planering av en ny produktionsanläggning. Produktionen skulle för det första flyttas från det nuvarande området till huvudkontoret. En ny hall för tillverkningen skulle också byggas och man skulle troligtvis skaffa en mera automatiserad produktionslinje än den man har nu.

Utgångsläget vid planering av den nya hallen är att man i första hand kommer att använda den nuvarande maskinen, men den ska planeras så att man i framtiden kan skaffa sig en mera automatiserad tillverkningsmaskin för en mera fortlöpande produktion. Man skulle dock även då behålla den nuvarande maskinen för den bidrar till att man kan ha ett mera flexibelt utbud av skumplastblock.

Med andra ord skulle den nya anläggningen behöva vara tillräckligt stor för att rymma både en ny maskin och den gamla. Den skall rymma två tankcisterner, en för Polyol och en för TDI. Det skall även finnas gott med utrymme för transport och lagring av skumblocken i

hallen. Den skall även göras så trygg och effektiv som möjligt för att få arbetet att löpa på ett så smidigt och riskfritt sätt som det bara är tekniskt möjligt.

Ett tillägg är att företaget har planer på att även flytta en formgjutningsmaskin till hallen för att få alla maskiner och arbetsmoment som är av samma karaktär till en byggnad. Utrymmesbehovet för formgjutningsmaskinen ligger på cirka 10x10 meter.

#### **4.2.1 Placering**

Placeringen av den nya hallen skulle vara i bakre högra hörnet av företagets tomt, bredvid en tälthall som används som förvaringsutrymme. Man vill på så sätt avlägsna tillverkningen av skumblocken från den övriga produktionen. På detta sätt utsätts inte den övriga personalen för de faror som tillverkningen medför.

Placeringen är även optimal med tanke på trafiken vid området när tankbilarna som ska lasta av råmaterialen till tillverkningen inte behöver köra genom hela området. Ifall hallen skulle placeras där skulle man även inte behöva oroa sig att följderna av en olycka skulle sprida sig till de övriga tillverkningsutrymmena. Räddningsväsendet skulle därmed även lätt kunna ta sig till bekämpningsplatsen. Platsen är utmärkt på kartan över företagets tomt i Bilaga 1.

#### **4.2.2 Grundidé**

Min grundidé när det gäller planeringen av den nya tillverkningshallen är att den skulle vara indelad i sektioner. En där man tillverkar skumblocken och där maskinerna för detta skulle placeras. Från den sektionen skulle sedan blocken kunna transporteras till ett väl ventilerat lager i hallen. Efter diskussion med företaget ansågs det att ett dylikt lager skulle behöva ha en yta på cirka 500m<sup>2</sup>. I utrymmet behövs även eventuella hyllor för blocken.

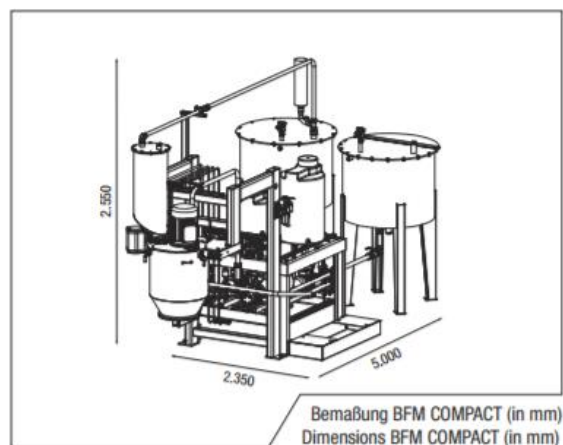
Jag vill även placera cisternerna för lagringen av TDI och Polyol skilt från den övriga produktionen. Detta för att öka säkerheten för arbetarna och göra det lättare för transportörerna att fylla på cisternerna.

### **4.3 Blocktillverkningen**

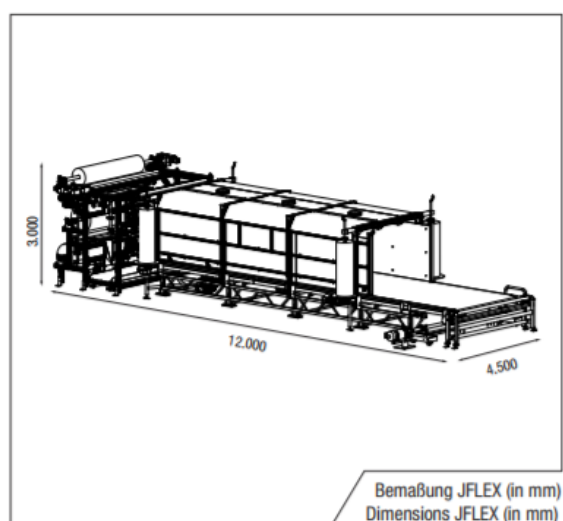
Vid den nya hallen där skumblocken tillverkas skall två produktionslinjer rymmas. Man vill för det första ha kvar den nuvarande maskinen. Den nuvarande maskinen är en Hennecke Blockfoamat. Men man vill även att det skall finnas utrymme för att skaffa en större maskin. Maskinmodellen man har tänkt sig skulle vara en Hennecke JFLEX.

**Bemaßung / Dimensions:**

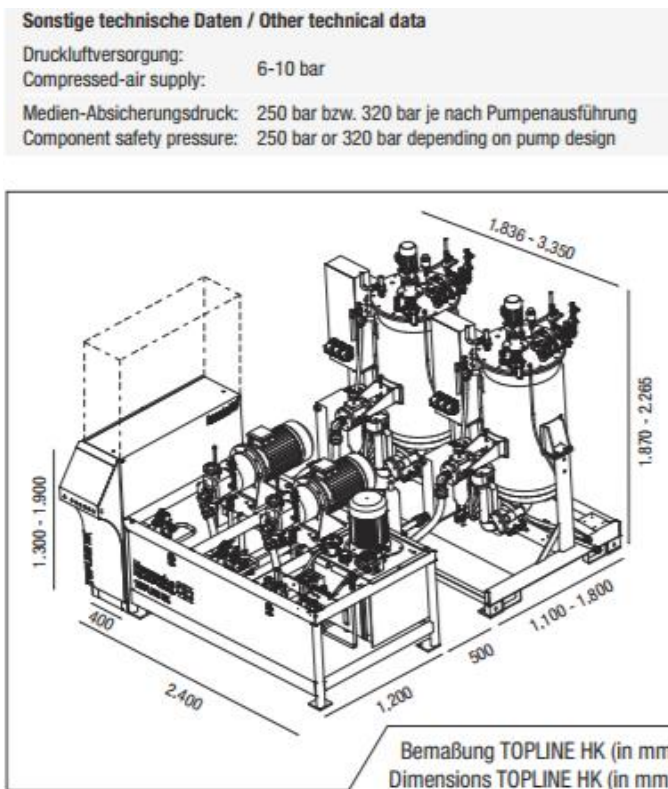
BFM COMPACT		mm
Breite / Width:		5.000
Höhe / Height:		2.550
Länge / Length:		2.350

**Figur 3. Hennecke Blockfoamat** (Hennecke, 2013)

JFLEX	
Anlagenlänge Plant length	ca./approx. 12.000 mm
Anlagenbreite Plant width	ca./approx. 4.500 mm
Anlagenhöhe Plant height	ca./approx. 3.000 mm
Produktionsgeschwindigkeit Production speed	ca./approx. 1 m/min
Gesamtaustragsleistung Total output	100 kg/min
Schäumbreite* Foaming width*	1.000 – 2.300 mm
Kapazität im Einschichtbetrieb Capacity in single-shift operation	bis zu 5.000 t / Jahr up to 5,000 t/year

**Figur 4. Hennecke JFLEX** (Hennecke, 2013)

Företaget har som sagt även planer på att placera sin formgjutningsmaskin i hallen. Denna maskin är av märket Hennecke Topline HK. Maskinen används för att skumgjuta olika modeller i formar. Bland annat så tillverkas många säten på detta sätt. Maskinen använder sig av Polyol och det mindre hälsofarliga ämnet MDI (Metylen-difenyl-diisocyanat) istället för TDI. Det behöver alltså finnas utrymme i hallen för denna maskin samt för de formar som används vid den tillverkningen. (Hennecke, 2013).



**Figur 5. Hennecke Topline HK (Hennecke, 2013)**

#### 4.4 Lager

Lagerdelen skall vara tillräckligt stor för att rymma skumblocken av den storlek företaget tillverkar i nuläget samt de block som skulle kunna produceras med en större tillverkningsmaskin. Lagret skall vara kring cirka 500m<sup>2</sup> och man skall ha gott om rum att transportera saker i hallen. För att kunna transportera även längre block i hallen skulle det vara behövligt med en travers. För dylika ändamål finns det även så kallade skumblockskranar.

Lagret skall vara planerat så att trucktrafiken i hallen blir så välfungerande och säker som möjligt. Man bör vara noggrann med placeringen av blocken i lagret så att de inte på något sätt skymmer sikten för chauffören eller de som arbetar i hallen. Ett bra sätt är att sätta upp skyltar om trucktrafik och göra gångbanor i hallen vilka arbetarna sedan kan följa.



**Figur 6. Kran för transport av skumblockslimppa (MachineTo, 2018)**

#### **4.5 Ventilation**

I ett tillverkningsutrymme för dylika skumblock kommer det finnas en betydande mängd TDI- gaser och - aerosoler som måste avlägsnas för att arbetet i tillverkningsutrymmena skall vara säkert. Därför är ventilationen i produktionsanläggningen väldigt viktig. För att minska på TDI- mängden i luften och därmed förbättra atmosfären i utrymmet kan man följa följande principer.

Man bör bland annat sträva till att avgränsa tillverkningen till ett utrymme där så lite personer som möjligt rör sig och där det finns en lämplig ventilation. Med god avgränsning och korrekt utformade emballage kan man begränsa utsläppen och på så sätt hålla ventilationssystemet på en minimal storlek, komplexitet och minimerade kostnader, men ändå få den effektiv.

Det finns egentligen tre vägar att gå, total inkapsling med lokal ventilation ifall det krävs, delvis inkapsling med lokal ventilation eller helt öppet system med lokal ventilation. Total inkapsling är inte någon metod som kan utnyttjas på grund av alla rörliga delar som finns i processen. Vid dylika situationer är det mest praktiska att inkapsla så mycket som möjligt och sedan med hjälp av ventilationen begränsa och minimera utsläppen så mycket som möjligt. Avlägsnandet av luft som innehåller TDI är mest effektiv ifall en direkt källa av frisk luft riktas mot utsläppspunkten för då får man en löpande cirkulation av frisk luft.

Den lokala ventilationen fungerar bäst ifall den hjälper det naturliga flödet av gaser och aerosoler, är nära utsläppskällan och på så sätt kan ta emot gaserna och aerosolerna. Med

andra ord kommer ångor från varma formar och varmt jäsande skumblock att röra sig uppåt medan stänk av aerosoler sjunker och förflyttas via luftflödet.

Ifall man använder sig av så kallade tunnelhöljen bör extraktionskanalerna vara placerade så att de ger ett tillräcklig inre flöde genom öppningarna samtidigt som de stör den övriga produktionen så lite som möjligt. Dessa skall även placeras så att de inte ger upphov till allt för stort drag inom inhägnaden.

Jetflöden av luft som innehåller TDI aerosoler kan förekomma vid tillverkningsanläggningar för skumblock. För att maximera kapaciteten på ventilationen är det bra ifall ventilationen är planerad så att ventilationsuttagen riktas efter dessa luftströmmar. Det är även bra ifall luftflödeshastigheten i hallen övervakas och informeras via skärm. En stor del av informationen i detta kapitel har hämtats ur boken *Safety, Health and the Environment: A Source Book and Practical Guide* av D.C Allport, 2003.

I stadsrådets förordning om säkerhetskraven vid industriell hantering och upplagring av farliga kemikalier (20.12.2012/865) kap 4 §40 är det även stiftat att hanterings- och upplagringsutrymmen av kemikalier skall förses med en ventilation som inte kan medföra fara för hälsan och förhindra att brännbar gas, ånga, explosionsfarligt damm eller dimma inte kan orsaka antändning. Maximala tillåtna halten av dessa ämnen är 25 % av den nedre antändningsgränsen.

Spridningen av kemikale ångorna skall avskiljas till ett så litet utrymme som möjligt. Detta genom punktutsugning, flödesbegränsande hinder eller andra tekniska medel. Ventilationen ska vara avskild från ventilationen i övriga utrymmen. Vid dimensionering av ventilationen skall ämnens fysikaliska egenskaper beaktas. T.ex. ifall farliga ångor som bildas i processen är tyngre än luft skall avluftningen ordnas i nedre delen av rummet. Statsrådets förordning om säkerhetskraven vid industriell hantering och upplagring av farliga kemikalier 20.12.2012/856.

## **4.6 Säkerhet**

Säkerheten i en tillverkningsanläggning är A och O för att arbetet skall fungera på ett bra sätt. Det är viktigt att personalen är medveten om riskerna med arbetet, känner till kemikalierna och använder ändamålsenlig skyddsutrustning. Ett bra förfarande är att göra klara instruktioner som sätts upp i tillverkningsutrymmena där anställda kan se hur de skall

gå till väga med arbetet, skyddsutrustningen samt hur man skall gå till väga vid nödfall och var eventuell nödutrustning finns.

Maskinerna som används vid tillverkningen av skumblock är i sig inte värst farliga. Dock finns det risk att någon kan klämma sig på transportrullarna. För att förhindra detta måste man med t.ex. skyddsplåtar förhindra att man slipper emellan med handen. Nödstopp är även något som bör finnas på all utrustning man använder.

Bästa sättet att undvika skador är att hålla det rent och städat i utrymmena. Det är viktigt att det inte samlas för mycket saker i hallen som kan skymma eventuell trucktrafik. Det är även viktigt att man definierar hur man skall röra sig i hallen så att ingen är på fel plats t.ex. om man flyttar skumblock med travers.

## **4.7 Cisternlager**

Utöver lagstadgad information finns det en hel del att tänka på när det gäller cistern och tankupplagring av de ämnen som används vid skumblockstillverkningen. En stor del av informationen i detta kapitel har hämtats ur boken Safety, Health and the Environment: A Source Book and Practical Guide av D.C Allport, 2003.

### **4.7.1 Pumpstation**

Vid överföringen av ämnena från tankbil till cistern finns det en hel del att tänka på och gå efter:

- Det är önskvärt att kopplingen vid överföringspunkten av de farliga kemikalierna dit man kopplar slangen är utrustad med en kulventil.
- Slangarna som används vid överföringen av ämnet kunde vara märkta med t.ex. TDI eller Polyol ifall man har flera ämnen som skall pumpas till tankar på samma ställe och man vill förhindra att dessa skulle komma fel.
- Det är även bra ifall det på platsen finns skriftliga driftsförfaranden där den som lastar över kemikalierna till behållaren ser hur han skall gå till väga och vad han skall göra vid eventuellt spill eller en olycka. Det är även bra ifall det finns behövlig skyddsutrustning på platsen, brandsläckare och absorberingsmaterial för spill. Chauffören som lastar ämnet skall även få veta var det finns förstahjälpstrustning eller eventuella nödduschar.

- Systemet skall även utrustas med diverse tryckventiler, tryckregleringsventiler och filter.

#### 4.7.2 Tank/Cistern

Ifall man anskaffar en cistern för lagringen av TDI bör grunden vara stabil och hållbar. Grunden bör vara av betong med en ogenomtränglig yta. Asfalt är inte godtagbart efter som det är poröst och TDI kan få materialet att mjukna. Vid valet av tillverkningsmaterial för tanken/cisternen är kolstål eller rostfritt stål bra material. Användning av värmeväxlare är ett bra sätt att få ämnet att hållas inom de lämpliga lagringstemperaturerna. Det är även önskvärt att en TDI behållare är utrustad med en apparat som övervakar temperaturen så den inte blir för hög eller låg. Det är även bra ifall tanken är utrustad med någon typ av instrument som ser till att behållaren inte blir överfull eller tom.

Förseglingslösa displacementspumpar är bra för överföring av TDI från tanken. Silar skall installeras på pumpens sug sida så att inget annat material från tanken kan åka in i pumpen och skada den. Tryckventiler skall installeras på trycksidan och alla tömningsventiler skall hållas stängda även när pumpen inte används. Hela systemet skall förses med nödvändiga filter. För att tanken inte skall implodera under produktöverföringen kan man installera vakuumventiler på den.

Man skall använda sig av helt stängda system mellan lagringsbehållaren och processmaskinerna för överförel av kemikalier i vätskeform. Rörsystemet som används skall ha så få skarvar som möjligt.

Rörsystemet där TDI transporteras skall vara helsvetsat med bultflänsanslutningar med packningar gjorda av TEFLON<sup>TM</sup> eller VITON<sup>TM</sup> packningar eller om möjligt nitril gummi. Manuell matning av ämnet bör undvikas och därmed är det bra att installera matar ventiler.

För att få ett så optimalt och välfungerande tanksystem som möjligt anser jag att det är bäst att kontakta leverantörer som är specialiserade inom området och som tillverkar dylika system. Ett bra exempel på ett sådant företag är H&S Anlagentechnik.



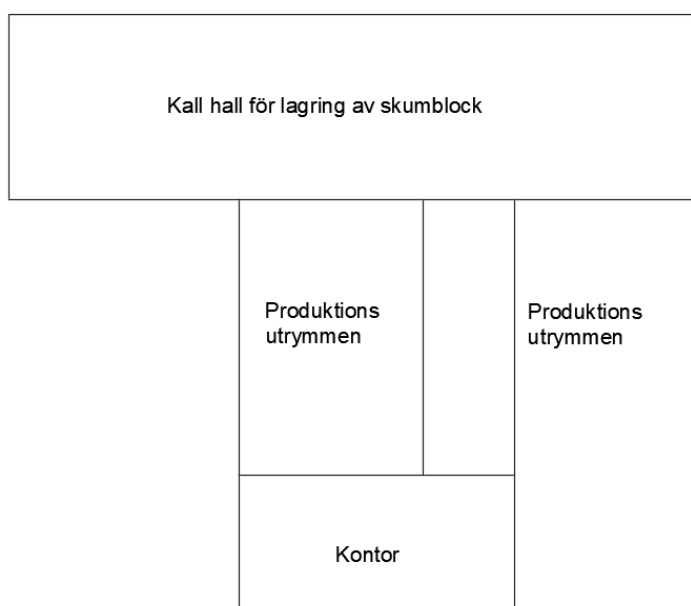


**Figur 7. Tankupplagring** (H&S Anlagentechnik, u.d.)

#### 4.8 Liknande hallar

När jag började planera den nya tillverkningsbyggnaden gjorde jag först efterforskningar på nätet för att se hur liknande företag valt att göra. Att tillverka polyeterskumblock är dock ingen vanlig syssla så att hitta andra företag i branschen var inte lätt. T.ex. i Finland är det endast ett företag utöver Ab Ess-Ma Oy som tillverkar dylika skumblock. Jag hittade dock ett par koncept på hur andra företag gjort.

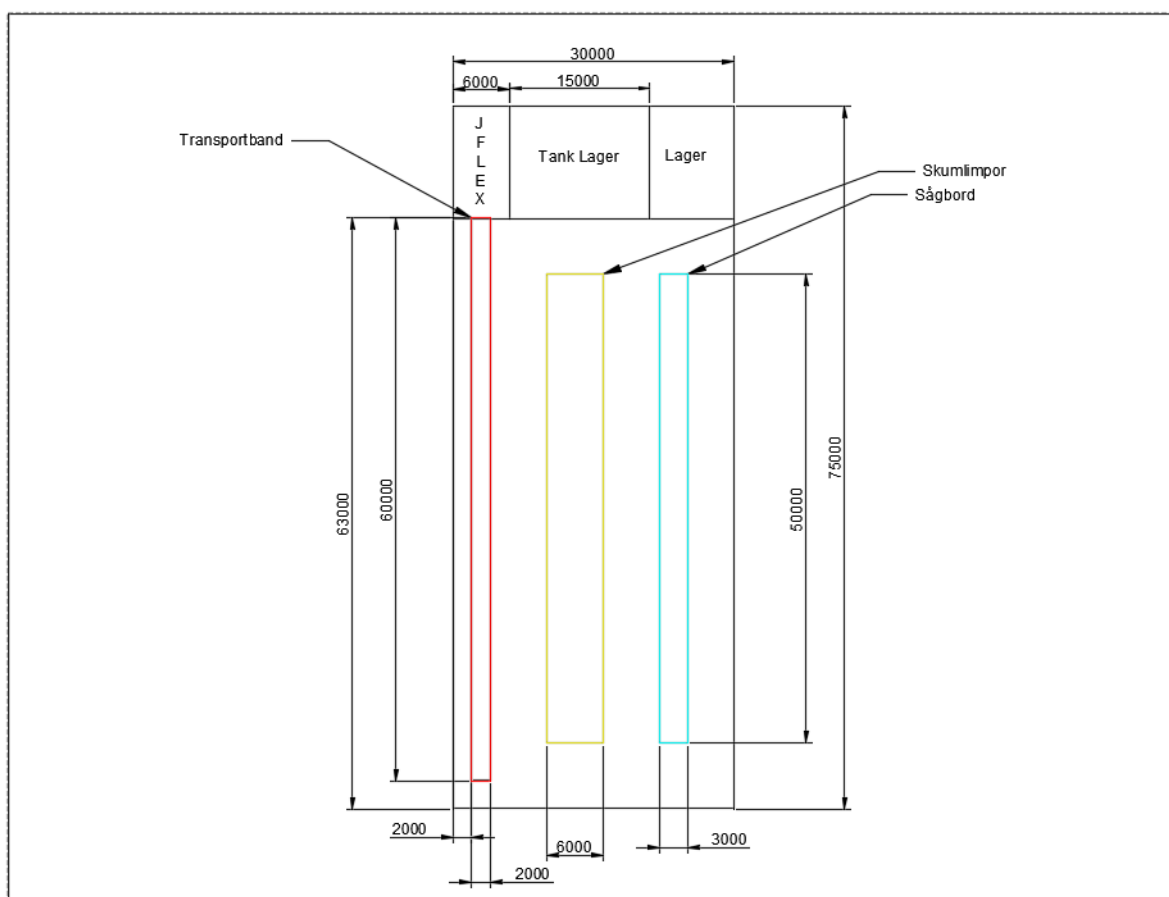
Det första företaget jag tittade på heter Europur. Deras modell liknar den jag själv kommit fram med. Deras tillverkningsbyggnad bestod av ett kontor och två produktionsutrymmen. De både produktionsdelarna utmynnade sedan i en förvaringshall för de tillverkade skumblocken.



**Figur 8. Figur över hallkoncept**

Ett annat koncept jag studerade användes av ett indiskt företag men som också är väldigt vanligt hos många andra skumblockstillverkare. Detta koncept fungerar så att man har en fortlöpande produktion där man tillverkar tiotals meter långa skumlimpor som sedan transporteras i hallen via en skumblocks Kran. Man har sedan ett skilt sågbord där skumlimporna sågas till mindre block.

Denna modell är dock menad för företag som producerar väldigt stora mängder och lämpar sig därför inte för Ab Ess-Ma Oy med tanke på produktionsmängden. Att transportera tiotals meter långa skumlimpor är heller ingen säker lösning med tanke på att folk skall vistas i hallen.



**Figur 9. Ritning över hallkoncept**

#### 4.9 Ny tillverkningsanläggning

Utgångsläget var att anläggningen skall vara kompakt och flexibel. Att bygga en hall där man använder sig av block-kran för att flytta tiotals meter långa block ansågs inte som en lämplig metod med tanke på företagets produktion och problemen med transporten av blocken.

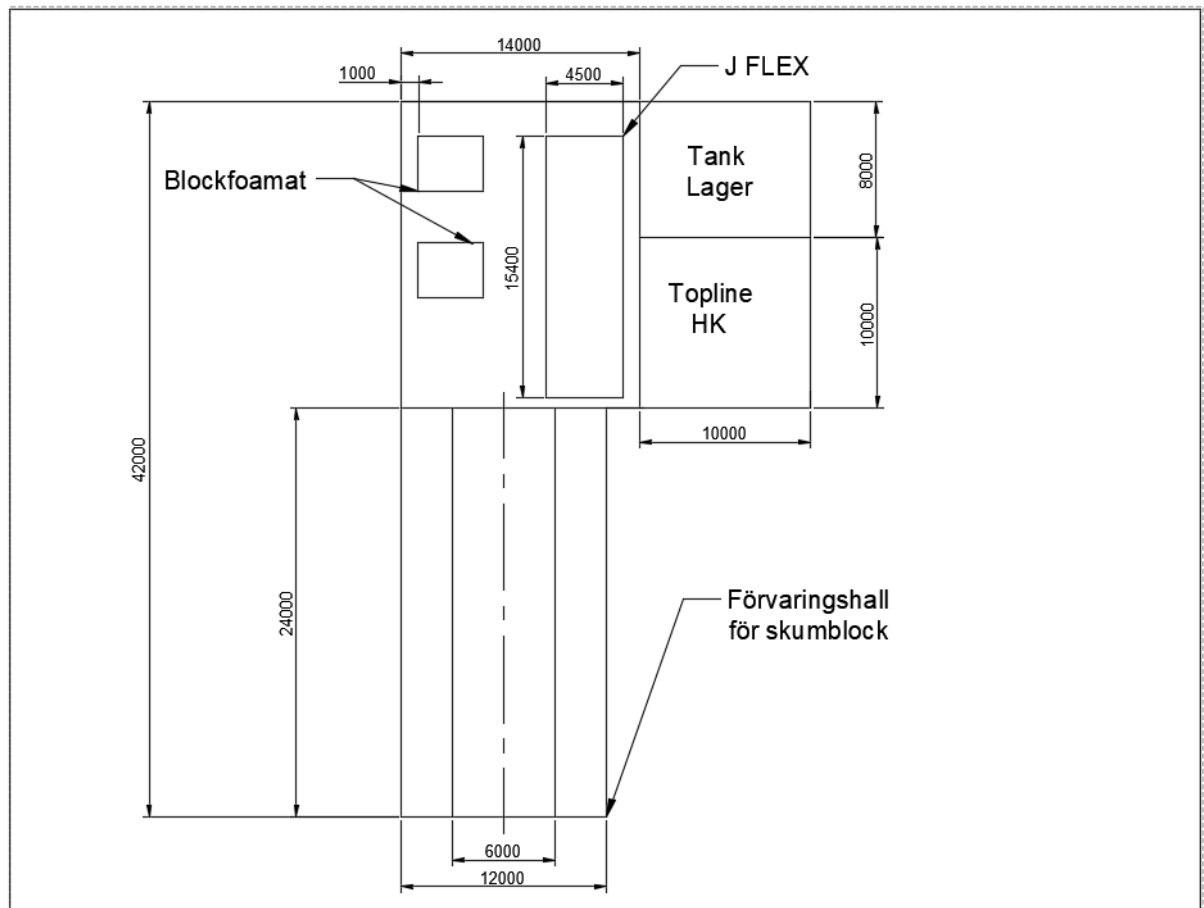
Istället gick vi in på att följa en metod jag hade sett att maskintillverkaren Hennecke har visat upp. Denna går ut på att ”skumlimppan” direkt sågas av till mindre block som är lätta att hantera. Maskinens arbetslängd blir då 15,4m istället för 12m. Alla tillverkningsmaskiner skulle vara inne i en väl ventilerad hall medan själva upplagringen skulle ske i en kallhall. På detta sätt skulle man spara in på ventilations och uppvärmningskostnaderna, få en mindre hälsofarlig luft i processutrymmet och undkomma problemet med att blocken skulle självantända i hallen.

Hallen i fråga skulle behöva ha en areal på cirka 12–14m x 24m. Hallen skulle bestå av en mittgång där man med truck transporterar blocken till hyllor som finns på båda sidorna av hallen. Detta kunde eventuellt även ske med rullband. Med andra ord skulle denna modell på lagringshallen vara mindre genom att man inte skulle använda sig av en blockkran.

Till detta ändamål tog jag fram tre modeller. I den första modellen är förvaringshallen placerad efter tillverkningshallen. Tillverknings delen borde ha ett utrymme på 14 x 18 meter för att rymma både JFLEXen och Block Foamaten. Detta är tänkt så att maskinerna då har ett avstånd på en meter från närmaste vägg/väggar. Från tillverknings delen transporteras sedan blocken manuellt med truck eller automatiskt via rullband. Beroende på ifall man väljer att använda truck eller rullband vid transporten av skumblocken kommer hallen rymma cirka 60 block.

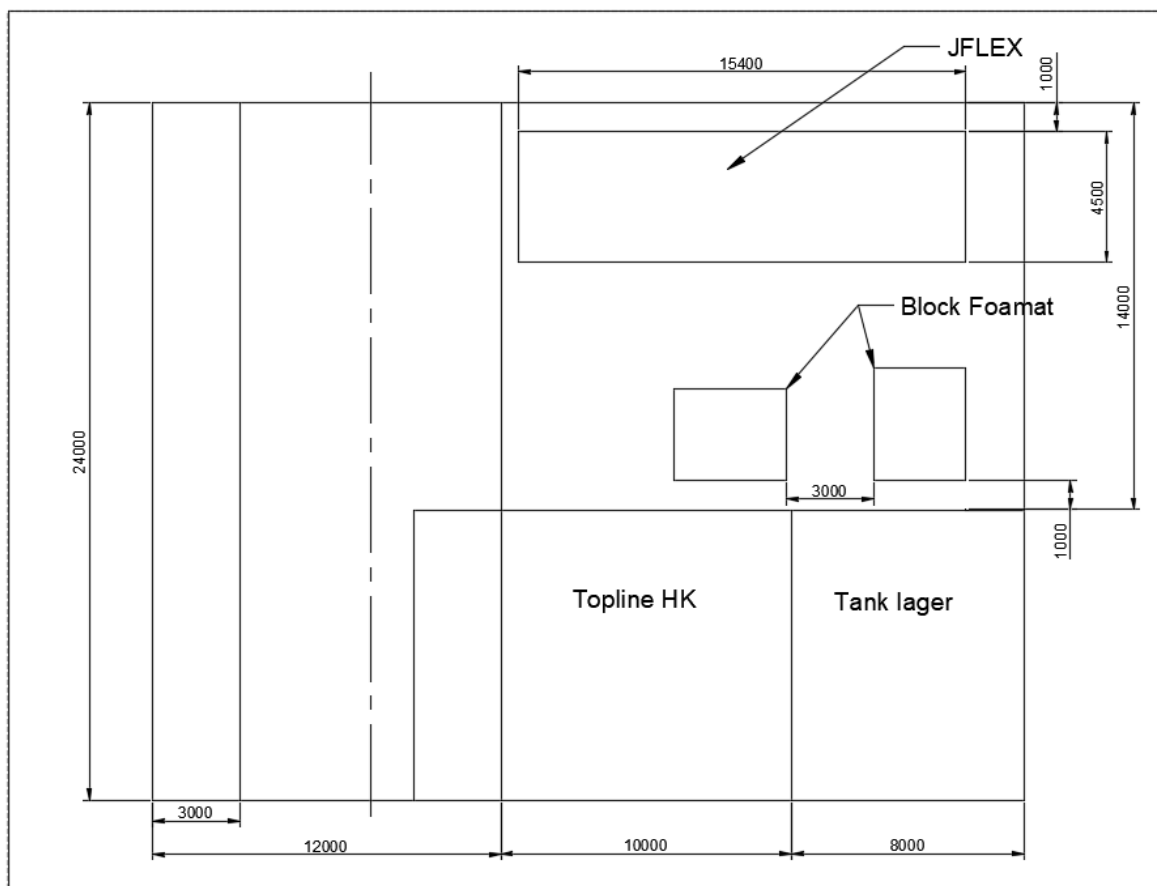
För att öka säkerheten och minska spillet i produktionsutrymmet är det effektivast att placera tanklagret i en skild del av byggnaden. På detta sätt har heller inte obehöriga tillgång till de farliga ämnena och det är behändigt för transportörerna att pumpa ämnet i tankarna.

Formgjutningen skulle även ske i en skild del av byggnaden för att göra arbetet smidigare och arbetarna behöver således inte utsättas för riskerna att komma i beröring med TDI. Denna modell ligger kring 42 x 24m.



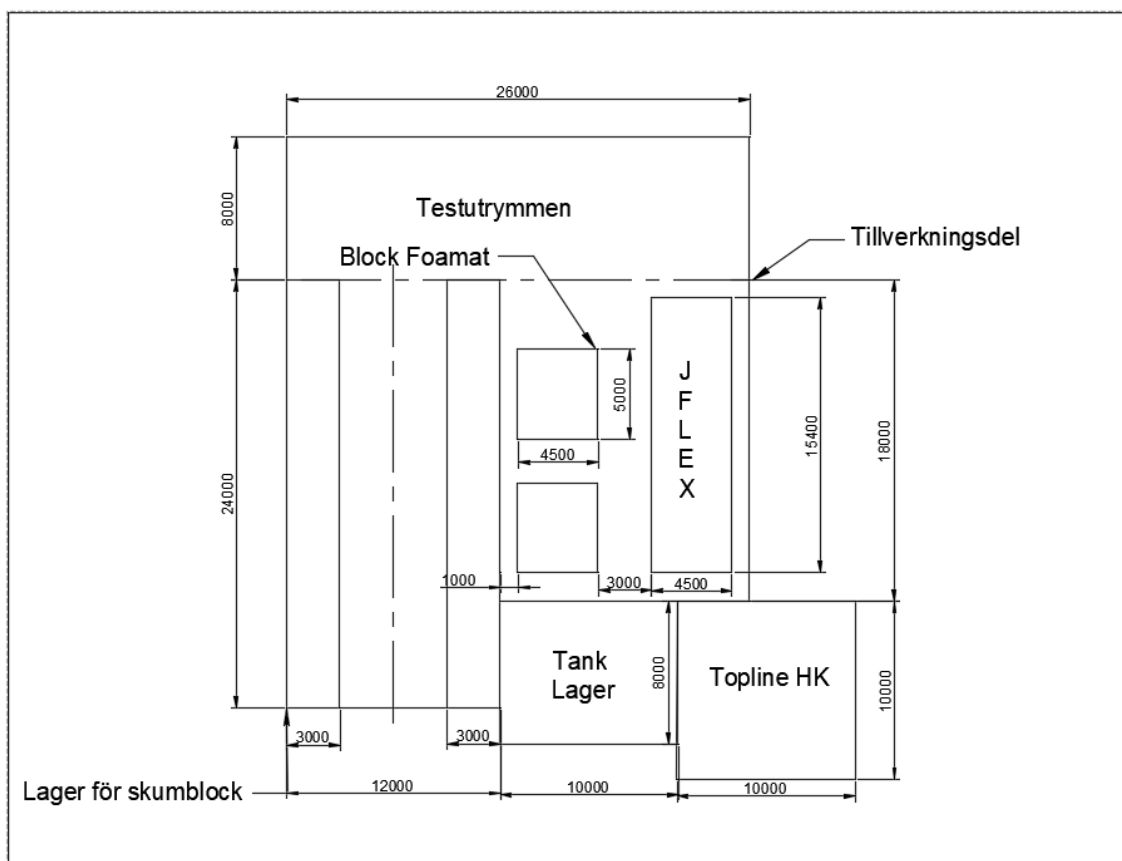
**Figur 10. Ritning över hallkoncept 1**

Modell två bygger på samma principer som modell ett men här är lagringsdelen placerad åt ett annat håll. Genom att placera lagret lodrätt mot tillverkningen minskar man hallens storlek till cirka 30 x 24m. Dock skulle lagringsutrymmet minska och därmed inte ha rum för lika många block som modell 1.



**Figur 11. Ritning över hallkoncept 2**

I tredje modellen är lagret och tillverknings delen placerade bredvid varandra. Således kan man behålla samma lagringskapacitet som i modell ett. I denna modell skulle man även ha ett utrymme där man kunde ta skumblocken ur formarna och göra eventuella tester på dem. Genom att tillverknings delen av byggnaden är kortare än lagret kunde även tanklagret och formgjutningen placeras framför dessa.



**Figur 12. Ritning över hallkoncept 3**

#### 4.10 Resultatanalys

Ursprungliga syftet med detta arbete var att företaget skulle få en bild av hur en ny tillverkningsanläggning för skumblocken kunde se ut samt hur man med relativt små operationer kunde förbättra den nuvarande produktionen.

I detta kapitel finns all information som samlats om produktionen via besök på företaget och fördjupningar i material som getts av handledarna. Arbetet har i stora drag gått ut på att man från företagets sida berättat om vilka problem den nuvarande produktionen ger upphov till varefter jag har försökt komma med lösningar till dessa. Lösningsförslagen har sedan diskuterats tillsammans med handledarna på företaget.

Vad gäller planeringen av den nya tillverkningen gav man information om vad som borde finnas i de olika utrymmen och företaget hade en bild av hur de tänkt. Denna bild ändrades dock under arbetets gång och jag fick fram modeller som såg helt annorlunda ut än de lösningar man tänkt sig ursprungligen.

Det praktiska arbetet har löpt på i god takt och mycket tid har lagts ner på att gå igenom det givna materialet. Vad gäller ritningarna och planeringen av den nya anläggningen är jag nöjd med resultatet fastän ritningarna kanske skulle kunna var lite mer detaljerade. Dock är det svårt att göra alltför detaljerade ritningar i nuläget när det troligtvis kommer att dröja förrän produktionen av skumblock är så stor att man behöver nya utrymmen för dessa. Den egentliga uppgiften var att just ge en bild över hur en dylik tillverkningsanläggning kunde se ut med de maskiner och tillbehör man tänkt sig i nuläget

Vad gäller granskningen av den nuvarande produktionen så insåg jag ganska tidigt att produktionen i sin helhet är så småskalig och maskinellt enkel att det inte fanns så mycket man kunde förändra. Från företagets sida önskade man att jag skulle tänka på just de små detaljerna som kunde spara in tid så att arbetarna skulle kunna utföra även andra uppgifter under arbetsdagen och jag hoppas att företaget kan dra nytta av de synpunkter som getts.

## 5 Kritisk granskning

Syftet och delsyftet med examensarbetet nåddes och man fick löst en del av de problem som fanns i den nuvarande produktionsanläggningen, fick en bild av hur den nya anläggningen skulle se ut och fick samlat bestämmelserna angående upplagringen av den farliga kemikalien Isocyanate TDI till ett dokument.

Det gick dock väldigt mycket tid åt att granska lagbestämmelserna och skriva ner det viktigaste ur dessa. Detta bidrog till en viss del till att man inte hann sätta lika mycket tid på teorin kring själva kemin bakom polyeter framställningen.

På grund av att tillverkningen av polyeterskumblock inte är något värst vanligt yrkesområde så fanns det väldigt lite tidigare material man skulle ha kunnat gå efter vid planeringen av den nya tillverkningshallen. Detta gav en del svårigheter under arbetets gång men jag tycker ändå att ritningarna jag fick fram fyller största delen av företagets önskemål.

### 5.1 Förslag till fortsatt forskning

Den dagen företaget väljer att expandera och flytta tillverkningen av skumblocken till en ny lokal krävs en noggrann genomgång av bestämmelserna för lagringen av farliga kemikalier som nu finns samlade här. Ritningarna jag har gjort ger endast en bild av hur produktionsutrymmet skall se ut så man måste även ta hjälp av folk från byggnadsbranschen för att få en bild utav hur byggnaden skall byggas med tanke på grund, dränering och allmän hållbarhet.



## 6 Diskussion

Jag är mycket tacksam för att ha fått utföra ett såhär intressant och mångsidigt examensarbete där jag har fått använda mycket av de kunskaper jag lärt mig via studierna på Yrkeshögskolan Novia.

Uppgiften lämpade sig väldigt bra för mig med tanke på att en stor del har kunnat göras på sidan om praktikperioden jag haft under höstterminen. Detta på grund av att t.ex. delsyftet i arbetet egentligen bestod enbart utav granskning av lagtexter vilket har kunnat göras om kvällarna efter praktiken. Detta bidrog till att jag snabbt kom igång med arbetet och kunde lägga mer tid på uppgiften än vad jag skulle ha kunnat ifall jag enbart gjort uppgiften vid tillfällena då jag besökte företaget.

Arbetet har löpt på i god takt och vi hade möten med handledarna från företaget nästan varje fredag under höstterminen. Det märktes snabbt att personalen på företaget brann för det de gör och jag fick otroligt mycket hjälp och idéer av handledarna.

Vid ett par tillfällen var jag dock rädd att arbetet skulle bli för omfattande när det väldigt ofta uppstod mer och mer att ta i beaktande, saker som man från företags sida ville att jag skulle ta reda på. Så blev dock inte fallet utan jag märkte att arbetet löpte på i god takt och att jag fick största delen klar tidigare än mitt preliminära tidschema. Ritningarna blev dock klara först mot slutet av praktiska delens tidschema på grund av att min studerandelicens för Autocad gick ut och jag inte kunde sitta och rita på kvällarna.

Något som bidrog till att jag kunde samla in mycket information och läsa igenom alla lagtexter var att jag i detta examensarbete inte behövde lära mig något nytt dataprogram utan fick arbeta med program som jag från förut känner till och har kunskaper i. Därigenom kunde jag koncentrera mig på just informationssökning och planering för att lära mig så mycket som möjligt om hur processen för polyetertillverkning går till och via det utföra andra delar av examensarbetet smidigare.

Under processens gång insåg jag hur mycket detaljer det finns att ta i beaktande när man planerar en ny verksamhet, både i större och mindre skala. Textmässigt tycker jag att jag fått med det viktigaste och det som skall finnas med i just detta examensarbete. Dock finns det mycket man ännu skulle kunna utveckla, t.ex. kunde man göra en beräkning över vad investeringen skulle kosta och hur mycket man borde producera för att investeringen skulle vara lönsam.

Det fanns sist och slutligen inte så mycket som kunde förbättras i den nuvarande produktionen och det som skulle ha kunnat göras skulle ha blivit så dyrt att det inte skulle löna sig med tanke på att man troligtvis vill flytta produktionen till nya lokaler. De största problemen blev dock lösta vilket gav uppgiften mersmak fastän jag själv trodde det skulle funnits mer att ändra på.

Resultatet av granskningen av den nuvarande produktionen hade jag trott skulle bli mera omfattande, men med tanke på att produktionen sker i ganska enkla steg och det inte finns så mycket man kunde automatisera eller göra om i utrymmet blev det att sätta mer tid på att lösa de små sakerna som givetvis även är viktiga med tanke på att tid är pengar.

Jag är i slutändan nöjd med mitt examensarbete och resultatet av det och hoppas att Ab Ess-Ma Oy kommer ha nytta av detta examensarbete när den dagen kommer då man väljer att satsa och utöka produktionen av polyeterskumblock.

## 7 Källförteckning

Ab Ess-Ma Oy, n.d. *Comfort Wherever You Are*. [Online]

<http://www.essma.fi/indexSV.html>

[Accessed 9 September 2017].

AFC International Inc., n.d. *Isocyanate Detection*. [Online]

<http://www.afcintl.com/our-products/isocyanate-detection.aspx>

[Accessed 11 Oktober 2017].

Allport, D. C., S, G. D. & O. S. M., 2003. *MDI and TDI: Safety, Health and the Environment: A Source Book and Practical Guide*. 1:a ed. America: John Wiley and Sons, Ltd..

American Chemistry Council, 2012. *Occupational Hygiene Air Monitoring for MDI & TDI Guidance*, Washington DC: American Chemistry Council.

DoubleGist, 2016. *Production Of High Quality Foam*. [Online]

Available at: [WWW.DOUBLEGIST.COM](http://WWW.DOUBLEGIST.COM)

[Använd 4 Januari 2018].

Eliasson, A., 2013. *Kvantitativ metod från början*. 3 ed. Lund: Studentlitteratur Ab.

H&S Anlagentechnik, n.d. *Your specialist for PU handling*. [Online]

[http://www.hs-anlagentechnik.de/index.php?article\\_id=3&clang=1](http://www.hs-anlagentechnik.de/index.php?article_id=3&clang=1)

[Accessed 22 November 2017].

Hennecke, 2013. *BLOCFOAMAT*, Sankt Augustin: Hennecke GmbH Co.

Hennecke, 2013. *JFLEX*, Sankt Augustine: Hennecke GmbH & Co.

Hennecke, 2013. *Topline HK*, Sankt Augustin: Hennecke GmbH & Co..

Herrington, R. & Hock, K., 1997. *Flexible Polyurethane Foams*. 2:a ed. Amerika: The Dow Chemical Company .

MachineTo, 2018. *Foam Crane Unit*. [Online]

<http://www.machineto.com/foam-crane-unit-10101787>

[Accessed 21 Mars 2018].

The Dow Chemical Company, 2015. *Product Safety Assessment*, America:

®™Trademark of The Dow Chemical Company ("Dow") or an affiliated company of Dow.

Tukes, n.d. *Tukes*. [Online]

<http://www.tukes.fi/sv/Om-TUKES/Organisation-/>

[Accessed 12 Augusti 2017].

## Finlands författningssamling

Lag om säkerhet vid hantering av farliga kemikalier och explosiva varor  
3.6.2005/390 <http://tukes.fi/sv/Tjanstomraden/Kemikalier-och-gas/> [hämtat:  
7.9.2017].

Statsrådets förordning om övervakning av hanteringen och upplagringen av farliga  
kemikalier 21.5.2015/685 <http://tukes.fi/sv/Tjanstomraden/Kemikalier-och-gas/>  
[hämtat: 11.9.2017]

Statsrådets förordning om säkerhetskraven vid industriell hantering och upplagring  
av farliga kemikalier 20.12.2012/856 <http://tukes.fi/sv/Tjanstomraden/Kemikalier-och-gas/> [hämtat: 20.9.2017]

[illegible]

