



AKADEMIN FÖR TEKNIK OCH MILJÖ
Avdelningen för industriell utveckling, IT och samhällsbyggnad

Faktorer för logistiklokalisering som utgår ifrån tre dimensioner av hållbar utveckling

En studie ur ett regionalt utvecklingsperspektiv

Robert Johansson
Christoffer Lövgren

2016

Examensarbete, Högskoleingenjörsexamen 15 hp
Industriell ekonomi
Ekonomiingenjörsprogrammet

Handledare: Robin Von Haartman
Examinator: Göte Olsson

Förord


Detta examensarbete har grundats på en idé om hållbar utveckling inom logistik, framtagen av Centrum för logistik och innovativ produktion på Högskolan i Gävle. Vi vill därför tacka alla de som på något sätt är inblandade i utformningen av detta examensarbete. Ett speciellt tack vill vi rikta till vår handledrare Robin Von Haartman, Jennie Johansson samordnare vid CLIP, respondenterna i våra fallföretag och respondenten för Intelligent Logistik. Till sist vill vi även rikta ett tack till vår examinator Göte Olsson.

Gävle, juni 2016

Robert Johansson



Christoffer Lövgren



Sammanfattning

Bakgrund: Anläggningslokalisering är för de flesta organisationer ett strategiskt beslut och traditionellt sett har dessa beslut beserats på kostnadsorienterade modeller. Dessa modeller kan beskrivas som matematiska eller faktorvärderande. Historiskt sett har dessa modeller använts för att bestämma ekonomiskt lämpliga placeringar men när andra fördelar som miljö och sociala fördelar kan öka en organisations konkurrensfördelar har intresset för hållbar utveckling ökat. I dagsläget finns dock inga modeller där hänsyn tas till hållbar utveckling för anläggningslokalisering. Det framgår att kunskapen om hållbar utveckling vid logistiklokalisering är bristfällig och att det finns ett behov att introducera hållbara aspekter vid beslutsfattande som rör lokalisering.

Syfte: Syftet med studien var att kartlägga vilka hållbara faktorer som är viktigast vid logistiklokalisering samt att rangordna dessa med en modell som utgår ifrån de tre dimensionerna av hållbar utveckling; ekonomi, socialt och miljö.

Metod: En litteraturstudie gjordes på vetenskapliga artiklar, böcker och dokument som berör de ämnen som varit aktuella för denna studie. För att komplettera teorin gjordes en fallstudie med intervjuer på organisationer som jobbar med regional utveckling samt med en upphovsman av en lokaliseringsmodell som börjat jobba med hållbarhet.

Resultat: I resultatet samlades respondenternas synpunkter om hållbarhet och arbetet med hållbar utveckling inom logistiketableringar.

Analys och Diskussion: det framkom att respondenterna hade lite olika synvinklar på hållbarhet men att de ändå kom fram till samma slutsats. Samtliga respondenter tog upp hållbara transporter, kompetenstillgången och tillgången på arbetskraft som viktiga aspekter för hållbara etableringar. För att motivera hållbara logistikverksamhetslokaliseringar visade sig tillgången till dessa faktorer vara viktiga. När analysen sammanställdes visade det sig att sex faktorer trädde fram i intervju svaren samt även i teorin. Dessa var hållbar infrastruktur, livscykelperspektiv, omgivningens påverkan, logistikparker, arbetskraft och mångfald.

Slutsats: De sex kriterierna som togs fram rangordnades med hjälp av en AHP-beslutsmodell och det visade sig att hållbar infrastruktur är viktigast för hållbar utveckling inom logistiklokaliseringar. Därefter kom livscykelperspektiv, logistikparker, arbetskraft, omgivningens påverkan och till sist mångfald. Lärdomarna efter denna studie är att hållbarhet inom lokalisering fortfarande är bristfällig och att lokalisering bör ske utifrån samarbeten och arbetskraftutveckling i större grad. Genom att föreslå viktiga faktorer finns nu ett ramverk att jobba efter när det kommer till hållbara logistiklokaliseringar.

Nyckelord: Lagerlokalisering, hållbar utveckling, hållbara transporter, hållbara lokaliseringsfaktorer och beslutsmodell

Abstract

Background: Facility location is for most organizations a strategic decision and traditionally, these decisions have been based on cost-oriented models. These models can be described as mathematical or evaluative factor. Historically, these models are used to determine the appropriate economic placements but other benefits such as environmental and social benefits can increase an organization's competitive advantage when interest in sustainable development has increased. In the current situation, there are no models that take into account sustainable development in facility location. It is clear that knowledge of sustainable development in logistics business location is flawed and that there is a need to introduce sustainable aspects when making decisions related to localization problems.

Purpose: The purpose of this study was to identify the most important sustainable factors in logistics business location and to rank them with a model based on the three dimensions of sustainable development; economic, social and environmental.

Method: A literature review was conducted based on scientific articles, books and documents related to the topics that have been considered for this study. To complement the theory a case study was implemented based on interviews with organizations that work with regional development as well as an author of a localization model with sustainable aspects.

Results: The respondents view on sustainability and sustainability in logistics were collected in this section.

Analysis and Discussion: It was revealed that the respondents had slightly different perspectives on sustainability but they still came to the same conclusion. All respondents talked about sustainable transports, availability of labor workers and also availability of skilled personnel as important aspects of sustainable establishments. To motivate sustainable logistics localizations it came clear that access to these factors is important. When the analysis was compiled, it was found that six factors emerged in the interview responses, as well as in theory. These were sustainable infrastructure, life-cycle perspective, influences on the surroundings, logistics parks, labor and diversity.

Conclusion: The six criteria that were developed were ranked using an AHP decision model, and it turned out that sustainable infrastructure is the most important factor for sustainable development in logistics localizations. Then came the life-cycle perspective, logistics parks, labor, influences on the surroundings and ultimately diversity. Lessons learned by this study are that the sustainability in localization is still inadequate and that the localization should be based on partnerships and workforce development to a greater degree. By proposing important factors a framework is developed to work by when it comes to sustainable logistics localizations.

Key words: Warehouse localization, sustainable development, sustainable transports, sustainable siting factors and decision model

Innehållsförteckning

1 Inledning.....	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Syfte.....	3
1.2.1 Frågeställningar	3
1.4 Avgränsningar	3
1.5 Disposition.....	3
2 Metod.....	5
2.1 Arbetsätt	5
2.2 Litteraturstudie	6
2.3 Fallstudie	6
2.4 Kvalitativ och Kvantitativ	7
2.5 Data.....	7
2.6 Intervjuer	8
2.7 Metodkritik	8
3 Teoretisk referensram	11
3.1 Val av teori	11
3.2 Historisk genomgång av anläggningslokalisering.....	11
3.3 Lokaliseringsproblemet	12
3.6 Flerpartslogistik.....	13
3.7 Transporter	14
3.7.1 Vägtransporter	15
3.7.2 Järnvägstransporter	15
3.7.3 Sjötransporter	16
3.7.4 Hållbara transporter	17
3.8 Hållbar utveckling	18
3.9 Hållbar utveckling inom anläggningslokalisering.....	18
3.10 Lokaliseringsmodeller	21
3.10.1 QFD	21
3.10.2 AHP	23
3.10.4 Tyngdpunktsmetoden	26
3.10.5 GIS.....	27
3.11 Kritik.....	27

3.12 Sammanfattning av teori.....	28
4 Resultat	29
4.1 Organisation ett	29
4.2 Organisation två.....	30
4.3 Intelligent logistik.....	31
5 Analys.....	34
5.1 Hållbar utveckling inom ramarna för logistiklokalisering	34
5.2 Logistikverksamhetslokalisering med hänsyn till hållbar utveckling.....	36
5.3 Faktorer i en modell för hållbar logistikplacering	38
5.4 Modell för kriterier inom hållbar utveckling.....	40
5.4.1 Resultat av beräkningarna	45
6 Slutsats.....	47
6.1 Syfte och frågeställningar	47
6.2 Fortsatt forskning.....	48
Referenser.....	49
Bilagor	54
1 Intervjufrågor.....	54
1.1 Organisation ett	54
1.2 Organisation två.....	55
2 Bilder tabeller och figurer.....	56

Figurförteckning

Figur 1. Egenskaper för en hållbar lokaliseringsmodell (Terouhind et al., 2012).....	19
Figur 2. Tretton kriterier för hållbar utveckling enligt Rao et al. (2015).	20
Figur 3. HOQ-matris (Pao-Tiao, 2002).	22
Figur 4. Nivåer i en AHP-beslutsmodell.	25
Figur 5. Saaty's betygskala (Saaty, 1987)	56
Figur 6. Faksimil av AHP-processen för miljö.	57
Figur 7. Faksimil av AHP-processen för socialt.	58
Figur 8. Faksimil av AHP-processen för ekonomi.	59
Figur 9. Faksimil av AHP-processen för de hållbara faktorerna.	60

Tabellförteckning

Tabell 1. Slumpmässigt konsekvensindex.....	24
Tabell 2. Matris för parvisjämförelse.	26
Tabell 3. De två index för studiens syfte.	40
Tabell 4. Poängsättning för AHP-process.	41
Tabell 5. Slumpmässigt konsekvensindex per n-värde.	43
Tabell 6. Poängsättningen presenterad i AHP-matrisen för miljö.....	43
Tabell 7. Poängsättningen presenterad i AHP-matrisen för socialt.....	43
Tabell 8. Poängsättningen presenterad i AHP-matrisen för ekonomi.	43
Tabell 9. Poängsättningen presenterad i AHP-matrisen för de hållbara kriterierna.	44
Tabell 10. De hållbara aspekternas vikt mot varandra.	45
Tabell 11. Kriteriernas vikt mot varandra med hänsyn till hållbar utveckling.....	46

1 Inledning

Inledningen avser att introducera studien genom bakgrunden samt presentera syftet och dess frågeställningar. Kapitlet redogör även för avgränsningar och rapportens disposition.

1.1 Bakgrund

Beslut som rör distributionssystem är en strategisk grund för de flesta organisationer (Klose och Drexl, 2005). Organisationer i alla segment behöver på något sätt lokalisera sina anläggningar så de fördelas där kunderna finns (Klose och Drexl, 2005). I mitten av 1900-talet ökade intresset för anläggningslokalisering då flera studier som berör lokalisering publicerades (Owen och Daskin, 2011).

Traditionellt sett har modeller för lokalisering av anläggningar varit kostnadsorienterade (Chen et al., 2014). Dessa modeller tar hänsyn till spridningen av marknaden och leverantörer för att avgöra ekonomiskt lämpliga platser att placera anläggningar (Chen et al., 2014). Chen et al. (2014) tar också upp att bidragande faktorer för lokalisering kan vara billig arbetskraft och tillgång till kunskap. Chen et al. (2014) menar att det finns två inriktningar för de modeller för anläggningslokalisering som finns i dagsläget, värdering av faktorer och matematiska modeller. Underförstått i tillvägagångssättet för dessa modeller är att de är ekonomiskt baserade och historiskt sett är den ekonomiska faktorn den mest bidragande i anläggningslokalisering (Chen et al., 2014).

Både myndigheter och privata organisationer behöver placera sina anläggningar strategiskt, till exempel förskolor, sjukhus, fabriker och lager (Klose och Drexl, 2005). Klose och Drexl (2005) påpekar dock att problemet med anläggningslokalisering inte är något nytt inom forskarsamhället. Utmaningen att skapa väl fungerande modeller för lokalisering har bidragit till en uppsjö modeller som ständigt ökar i antal (Klose och Drexl, 2005). De faktorbaserade tillvägagångssätten har enligt Chen et al. (2014) ofta fokus på strategier i beslutsfattandet medan matematiska modeller formuleras med fokus på till exempel kostnadsminimering eller vinstmaximering.

Historiskt sett har det varit vanligt att miljöfrågor endast hanterats utifrån de krav och lagar som finns, egna organisatoriska beslut om miljö var sällan övervägda (Dou och

Sarkis, 2010). Miljö och sociala frågor har på senare tid blivit viktiga konkurrensfördelar för organisationer men trots detta används sällan aspekterna i modeller för anläggningslokaliseringar (Chen et al., 2014; Terouhid et al., 2012; Sarkis, 2001). Yang och Lee (1997) anser att detta kan bero på modellernas obenägenhet att praktiskt kunna hantera verkliga problem på grund av aspekternas komplexitet. Chen et al. (2014) påpekar att forskningen gällande kombinationen anläggningslokalisering och hållbar utveckling är i ett tidigt stadium men att den är i utveckling. Terouhid et al. (2012) har lokaliserat 38 artiklar som tar upp kombinationen hållbar utveckling och anläggningslokalisering. Dock tar litteraturen angående anläggningslokalisering ännu inte upp hållbarhet som grundkrav för lokalisering (Terouhid et al., 2012). Xifeng et al. (2013) menar att hållbar utveckling inom anläggningslokalisering är en trade-off mellan ekonomisk hållbarhet och miljömässig hållbarhet. Terouhid et al. (2012) tar upp att det fortfarande är mycket arbete kvar innan alla tre dimensioner av hållbar utveckling kan beaktas vid beslutsfattande. Endast vid specifika omständigheter, så som placering av oönskade eller skadliga anläggningar har miljömässiga och sociala aspekter på allvar tagits i beaktning (Terouhid et al., 2012). Det finns olika uppfattningar om vad hållbar utveckling innebär, men det kan definieras som bevarandet av biologisk mångfald, säkrandet av livsnödvändiga resurser, hushålla med begränsade resurser, skapa stabilitet i samhällets ekonomiska system samt skapa möjligheter för människors behov, utveckling och kultur Ammenberg (2012).

Det framgår att det finns ett kunskapsbehov gällande lokalisering av logistikverksamheter inom hållbar utveckling då ämnet är relativt outforskat. Den forskning som finns fokuserar på anläggningslokalisering, vilket är övergripande för många olika typer av verksamheter. Kraven på hållbar utveckling inom logistiklokalisering ökar och kommer fortsätta att öka då branschen kan ha behov av utveckling inom detta område, därför kommer fokus för föreliggande rapport söka hållbara faktorer inom logistiklokaliseringar.

1.2 Syfte

Syftet är att kartlägga hållbara faktorer inom logistiklokalisering samt rangordna dessa med en modell som utgår ifrån de tre dimensionerna av hållbar utveckling; ekonomi, socialt och miljö.

1.2.1 Frågeställningar

1. *Vad innebär hållbar utveckling inom ramarna för logistiklokalisering?*
2. *Hur kan logistiklokalisering motiveras med hänsyn till hållbar utveckling?*
3. *Vilka är de viktigaste faktorerna i en modell för hållbar logistiklokalisering?*
4. *Med hjälp av en analysmodell, vilken faktor påverkar logistiklokalisering mest ur ett hållbart perspektiv?*

1.4 Avgränsningar

Modellen har utformats för analys av hållbara faktorer vid logistiklokaliseringar. Olika typer av modeller för lokalisering finns men den föreliggande studien har fokuserat på att utforma en analytisk beslutsmodell. Studien har hållit ett perspektiv där intressenter för regional utveckling har bidragit med det empiriska materialet.

1.5 Disposition

Kapitel 1 Inledning – Bakgrund till studien redovisas samt syfte och frågeställningar presenteras.

Kapitel 2 Metod – Tillvägagångssättet för studien presenteras genom de olika stegen som tagits under rapportens gång samt validitet och reliabiliteten belyses.

Kapitel 3 Teoretisk referensram – Relevant teori inom området presenteras för att ligga till grund för senare påståenden i studien.

Kapitel 4 Resultat – Empirin sammanställs från intervjuerna för att presentera fallstudiens resultat.

Kapitel 5 Analys och diskussion – frågeställningarna besvaras med hjälp av teori och resultat. En beslutsprocess presenteras och genomförs för att besvara syftet.

Kapitel 7 Slutsats – Sammanställning av svaren på syfte samt frågeställningar. Fortsatt forskning diskuteras.

2 Metod

Metodkapitlet behandlar de metoder som använts för att utföra studien. I metodkapitlet ingår också kritisk granskning av, för studien, valda metoder och insamlade data.

Genom ett samarbete med Centrum för logistik och innovativ produktion (CLIP) utformades en studie vars syfte är att undersöka hållbar utveckling inom logistiklokalisering. Med hjälp av Gävle kommun och Mellansvenska handelskammaren har en fallstudie utförts för att se hur regionen arbetar med hållbar utveckling inom logistikverksamheter. Denna studie ska söka vetenskaplig grund för regionen att stärka sina argument om en hållbar region.

2.1 Arbetssätt

Föreliggande examensarbete har löpt parallellt med två andra examensarbeten. Vår gemensamma insats har varit att undersöka hållbara logistiklösningar ur olika perspektiv. Projektgrupperna har under tiden för examensarbetet utbytt information med varandra och hjälpt varandra i den mån som varit möjlig.

Studien utfördes med fyra frågeställningar där den första och andra frågan, *Vad innebär hållbar utveckling inom ramarna för logistiklokalisering?* och *Hur kan logistiklokalisering motiveras med hänsyn till hållbar utveckling?* besvaras med hjälp av en kartläggning av befintlig litteratur i ämnet samt en jämförelse med empirin.

Den tredje frågan, *Vilka är de viktigaste faktorerna i en modell för hållbar logistiklokalisering?* besvaras genom att studera de två första frågorna och se vad som har framträtt samt delar ur teorin.

Den fjärde frågan, *Med hjälp av en analysmodell, vilken faktor påverkar logistiklokalisering mest ur ett hållbart perspektiv* besvaras med hjälp av en beslutsmodell och sedan diskuteras svaren.

2.2 Litteraturstudie

En litteraturstudie är ett systematiskt angreppssätt med avsikt att sammanfatta och utvärdera befintlig kunskap och kartlagt arbete utfört av forskare och praktiker inom ett specifikt område (Fink, 2014). Genom att kartlägga nuvarande kunskap summerar det fakta som kan behövas inom det aktuella området när en litteraturstudie utförs (Walliman, 2011). Av det material som kartläggs kommer inte all information vara relevant till de intressen som ska undersökas i studien och alla idéer kommer inte stämma överens med vad den föreliggande studien vill förmedla (Walliman, 2011). Genom att göra en litteraturstudie bör författarna kritiskt granska befintlig forskning och de idéer dessa presenterar, på så sätt kan problem och brist på kunskap i litteraturen exponeras (Walliman, 2011). Walliman (2011) menar att det i sin tur skapar värde för syftet och problemformuleringarna. Enligt Fink (2014) bör en litteraturstudie vara tydlig och repeterbar. Utförandet av föreliggande litteraturstudie har skett genom att artiklar inhämtats från databaser som bland annat Emerald Insight och Science Direct. En del artiklar har hämtats från Google Scholar, dessa har kontrollerats gällande dess trovärdighet genom att kontrollera antalet citeringar och efterforskning på artikelförfattarna har gjorts för att säkra källans trovärdighet. Vanligt förekommande sökord har varit Facility- Warehouse- och Factory- location. Sustainable, Sustainable development, Sustainability och Sustainable transport har också använts. Sökningarna har delvis utförts med booleska termer för att sänka antalet träffar och öka chansen att hitta relevanta artiklar. Böcker och kurslitteratur har också använts som källor.

2.3 Fallstudie

Fallstudien kan ses som en systematisk utredning för att studera en företeelse (Merriam och Nilsson, 1994). Ejvegård (2009) beskriver att fallstudien används då en liten del av ett stort förlopp studeras för att beskriva verkligheten. Biggam (2015) menar att en fallstudie är när en studie utförs på ett exempel av en speciell typ, till exempel en avdelning på ett företag eller en organisation i en kedja. När endast en del studeras och ska beskriva en helhet är det viktigt att se på informationen som indicier hellre än fakta då det aldrig till fullo kan beskriva verkligheten (Ejvegård, 2009). Ejvegård (2009) menar att först när flera indicier pekar på samma sak kan en slutsats dras. Enligt Biggam (2015) baseras fallstudier på empirisk data som insamlats. Ett populärt sätt att samla empirisk data är genom intervjuer, men för att öka kvaliteten på den insamlade datan är det bra att använda sig av flera olika datainsamlingsmetoder (Biggam, 2015). Genom

intervjuer med representanter för regional utveckling samt senior advisor på tidskriften Intelligent logistik har empiri till fallstudien samlats in.

2.4 Kvalitativ och Kvantitativ

Enligt Andersen och Schwencke (2013) inhämtas information vanligen via intervjuer, enkäter och observationer. Dessa undersökningsmetoder kan vara antingen kvantitativa eller kvalitativa (Andersen och Schwencke, 2013). Biggam (2015) menar att det är viktigt att förstå att avhandlingar och rapporter sällan enbart förlitar sig på en utav dessa, utan oftast är det en mix av båda. En kvantitativ metod är mätbar, det vill säga, metoden är statistiskt underbyggd och presenteras vanligtvis med hjälp av tabeller och grafer (Andersen och Schwencke, 2013). En kvalitativ metod undersöker vad händelser och erfarenheter har för påverkan för den som upplever, tolkar och förstår det (Andersen och Schwencke, 2013). Biggam (2015) beskriver att en kvalitativ metod söker efter svar med kvalitet och mer djupgående svar. Enligt Biggam (2015) svarar en kvantitativ studie på *hur* och en kvalitativ studie svarar på *varför*. Föreliggande studie baseras huvudsakligen på kvalitativa undersökningsmetoder då fallstudie och litteraturstudie har varit de största delarna för inhämtning av data.

2.5 Data

Det finns olika typer av data, närmare bestämt primär- och sekundärdata (Jacobsen, 2002). Primärdata kallas den data som samlas in för första gången, till exempel genom intervjuer och observationer (Jacobsen, 2002). Primär data har en fördel genom att vara skraddarsydd till en undersöknings egna problemformuleringar snarare än sekundärdata som har inhämtats förr, under andra problemformuleringar (Jacobsen, 2002). Till kvalitativa sekundärdata räknas texter som till exempel artiklar och kvantitativa sekundärdata är till exempel existerande statistik (Jacobsen, 2002). Jacobsen (2002) menar att det är viktigt att vara kritisk till källorna för sekundärdata, var kommer uppgifterna ifrån, vem har samlat in dem och varför dem är insamlade. Genom att blanda primär- och sekundärdata kan de användas för att kontrollera varandras giltighet, då olika typer av data stödjer varandra finns det indicier på att datamängden går att styrka (Jacobsen, 2002). Genom intervjuer har författarna för föreliggande studie samlat primärdata och genom att göra en studie av litteratur har sekundär data inhämtats. Dessa data har legat till grund för analysen där primärdata och sekundärdata har kontrollerats mot varandra för att svara mot syftet och frågeställningarna. Genom att inhämta

sekundärdata via betrodda källor samt att data inhämtat från mindre trovärdiga källor har citatkontrollerats har dess giltighet bekräftats.

2.6 Intervjuer

En strukturerad intervju används då intervjuare vill behålla kontrollen över intervjun och endast söker svar på förbestämda frågor (Biggam, 2015). Vid en semistrukturerad intervju förberdes en översiktlig struktur med frågor. (Biggam, 2015). Den semistrukturerade intervjun används där intervjuaren söker en sammanhängande berättelse för att få djuphet i svaren då respondenten har tillfälle att svara mer fritt (Biggam, 2015). Fördelen med intervjuer anser Biggam (2015) är att det går att undersöka intervjuaren och hitta källan till problemen. Jacobsen (2002) menar att individuella öppna intervjuer, d.v.s. kvalitativa intervjuer som söker svar på djupet, är en tidskrävande datainsamlingsmetod. Administrationen kring en sådan intervju är oftast mer tidskrävande än intervjun i sig (Jacobsen, 2002). Jacobsen (2002) anser också att datamängderna som erhålls under en öppen intervju är så pass stora att det kan vara svårt att greppa informationen som framkommer. Genom individuella intervjuer kan data bli subjektiv då individuella synpunkter kan uttryckas, som i sin tur kan påverka giltigheten då synpunkterna inte nödvändigtvis speglar vad andra anser om samma sak (Jacobsen, 2002). Respondenterna för intervjuerna i fallstudien valdes ut av centrum för logistik och innovativ produktion (CLIP). Två av intervjuerna har utförts som semistrukturerade intervjuer för att få respondenterna att svara så fritt som möjligt utan att få allt för stora avvikelser från ämnet för intervjun. Dessa spelades in och sedan transkriberades de av intervjuerna. Den tredje intervjun utfördes som en öppen intervju med fokus på att samla förståelse för en viss företeelse.

2.7 Metodkritik

Bjereld et al. (2009) menar att om validitet är beroende på vad som mäts så är reliabilitet beroende på hur något mäts. Reliabilitet kan rikta en undersökning om den har påverkat resultatet i en studie (Jacobsen, 2002). Bjereld et al. (2009) definierar reliabilitet som ett begrepp som rör förhållandet mellan den operationella definitionen och undersökningsobjektet. Biggam (2015) menar att reliabilitet skapas när det går att bevisa att metoderna som använts är korrekt hanterade, till exempel att det finns klarhet i vem som har blivit intervjuad, varför och när. Bjereld et al. (2009) skriver att exempelvis felaktig hantering, slarv eller misstag kan orsaka undermålighet i

reliabilitetsynpunkt. För att stärka en undersöknings reliabilitet kan delar av undersökningen genomföras eller upprepas av en annan person för att se om resultatet blir likvärdigt (Bjereld et al., 2009). För att stärka reliabiliteten ytterligare kan även forskare själva återupprepa delar av sin undersökning (Bjereld et al., 2009). Personkemin mellan intervjuare och respondent vid en intervju är en av dessa faktorer då det kan ha stor betydelse för vilket svar respondenten ger (Bjereld et al., 2009). Genom att intervjuer har använts kan resultatet skilja sig då tolkningar kan gå isär. I resultatet finns den generella uppfattning som respondenterna har angående intervjufrågorna och dessa uppfattningar kanske inte delas av alla, därför finns risk att studien inte är upprepbar med samma resultat. Enligt Merriam och Nilsson (1994) kan validitet delas upp i inre och yttre validitet. Inre validitet behandlar frågan om studiens resultat stämmer överens med verkligheten och yttre validitet handlar om den utsträckning resultaten är generaliserbara (Merriam och Nilsson, 1994). Biggam (2015) benämner validitet som lämpligheten av de forskningsstrategier och datainsamlingsmetoder som används. Merriam och Nilsson (1994) menar att yttre validitet inom kvalitativ forskning är ett problem då generaliserbarhet kan vara svårt att mäta. Ett exempel på kvalitativ metod är fallstudie och väljs av anledning att undersöka något på djupet (Merriam och Nilsson, 1994). Biggam (2015) menar att vid kvalitativa studier kan validitet hänvisas till relateringsförmågan i de metoder och strategier som används istället för generaliserbarheten. Genom att använda beskrivna typer av datainsamlingsmetoder som även är upprepbara kan validiteten styrkas i föreliggande rapport.

De data som har insamlats från intervjuerna till rapporten kan ha påverkats eller vinklats på ett sätt som gjort att reabiliteten minskats (Hedbrant och Sörme, 2001). Det kan dels ha berott på hur frågorna varit formulerade, yttre förhållanden vid intervjutillfället eller hur mycket tid respondenten fick tänka igenom svaren (Hedbrant och Sörme, 2001). Något som även bör tas i beaktning är att intervjuerna inte har någon nämnvärd erfarenhet av intervjuer vilket kan ha påverkat resultatet av intervjuerna. Något som kan ha påverkat data från en av intervjuerna var att insamlad data förlorades vid ett tekniskt fel. Detta gjorde att en av respondenterna intervjuades en gång till, vilket kan ha påverkat svaren som gavs vid intervjutillfället. Det finns även en risk för att intervjuerna kan ha blivit påverkade av respondenternas personliga idéer och tankar från intervjuerna vilket kan ha reflekterats i fallstudiens resultat. Vid en av intervjuerna

valdes det att inte spela in respondentens svar, utan en öppen intervju valdes där samtal mellan respondenten och intervjuarna hölls om ämnet. Detta kan ha skapat eventuella brister i reliabiliteten från intervjuen. Två av respondenterna arbetade i nära samarbete med varandra då deras organisationer samarbetade. Svaren från intervjuerna kan ha influerats av respondenternas nära samarbete. Då fallstudien togs fram genom ett nära samarbete med näringslivet finns det en risk för att de har vinklat studiens resultat till att förbehålla aspekter som är intressanta för dem, på ett mer vinstdrivande synsätt. Genom att fallstudien har varit begränsad i tid och omfattning har respondenter med fokus på regional utveckling tagits från en och samma region vilket kan påverka generaliserbarheten för arbetet då olika regioner har olika förutsättningar. Generaliserbarheten kan också påverkas av intresset för den som utför studien, då detta arbete har fokuserat på mer alternativa metoder än konventionella har författarna valt att inte fokusera på ekonomiska val utan mer på miljömässiga och sociala val. Detta kan leda till att resultatet är svårt att upprepa om de val som måste göras för att analysera till exempel håller strikt ekonomiska perspektiv. Jensen (2007) skriver att fallstudier kan innehålla påtagliga brister i språkbruket när författare skriver vetenskapliga texter. Jensen (2007) anser att risken är överhängande för att publikationer blir upprepande och tråkiga då ett allt för vetenskapligt skrivsätt används. Teori har tagits från ett flertal olika källor där författarna själva har sökt upp fakta. Detta kan ha resulterat i att tillräcklig teori inte har funnits för att kunna stärka fallstudiens resultat. Detta inkluderar även teori som innehåller hållbar utveckling då författarna saknade förkunskaper om ämnet och har således valt ut teori som de anser påverkar hållbar utveckling inom logistiklokalisering. Reliabiliteten från en del av analysen kan ha påverkats då sekundär data har använts. Jacobsen (2002) anser att källor från sekundär data måste behandlas kritiskt och noga avpassas för inte minska trovärdigheten i fallstudier.

3 Teoretisk referensram

I den teoretiska referensramen görs en studie av befintlig litteratur inom de ämnen som är relevanta för studien.

3.1 Val av teori

För denna rapport har teori valts utifrån de huvudpunkter som behandlats. Teori gällande hållbar utveckling, anläggningslokalisering samt vanligen förekommande begrepp som flerpartslogistik och transporter är skildrade då de spelar en central roll för lokaliseringsproblem. Hållbar utveckling är redogjord både som begrepp och för användningsområde inom logistik. Anläggningslokalisering är också redogjord då det behandlar problem och introducerar arbetet med lokalisering. Fyra typer av modeller för lokalisering finns med så att läsaren kan bilda egna uppfattningar angående författarnas val utav modell vid analysen av resultatet. I slutet finns kritik gällande vald teori samt en teorisammanfattning. Teorikapitlet börjar med bakgrunden till anläggningslokalisering.

3.2 Historisk genomgång av anläggningslokalisering

Anläggningslokalisering är en väl beprövad metod som har använts under lång tid, men det är fortfarande oklart när de första modellerna för anläggningslokalisering började appliceras (Farahani et al., 2010). Forskare inom ämnet anser att det finns bevis för att matematiska modeller användes redan under sextonhundratalet (Farahani et al., 2010). Drezner och Hamacher (2001) skriver att det första dokumenterade beviset för anläggningslokalisering skrevs av Pierre de Fermat (1601-1665). Forskarvärlden är dock oense om detta då det även anses att en av Galileos studenter, den Italienska matematikern Evangelista Torricelli (1608-1647), var upphovsmannen till teorin bakom anläggningslokalisering (Kuhn, 1982; ReVelle och Eiselt, 2005). Drezner och Hamacher (2001) anser att det förmodligen aldrig kommer gå att bevisa vem som grundade anläggningslokalisering. Dagens moderna anläggningslokalisering togs dock inte fram för än 1909 då Alfred Weber publicerade sin bok *Theory of the Location of Industries* med teorin om hur minsta möjliga avstånd till samtliga kunder skulle uppfyllas vid en anläggningsplacering (Owen och Daskin, 2011; Farahani et al., 2010). Denna teori blev inspirationen till fortsatta studier inom ämnet för en stor mängd forskare (Owen och Daskin, 2011). Specifikt under sextiotalet ökade intresset för anläggningslokalisering då flera viktiga studier inom ämnet publicerades (Owen och

Daskin, 2011). Bland annat Hakimi (1963) beskriver problemen vid lokalisering av växlingscentraler i kommunikationsnätverk och placering av offentliga anläggningar. Owen och Daskin (2011) och Drezner et al. (2002) anser att studien gjord av Hakimi (1963) gav upphov till ett ökat intresse för modeller av anläggningslokalisering där avståndet till en eller flera anläggningar i ett nätverk eftersträvades. Intresset för anläggningslokalisering har ökat hos både näringslivet och den akademiska världen de senaste decennierna (Yang och Lee, 1997). Många större organisationer avsätter i allt större utsträckning tid och medel för dessa modeller, vilket har uppmärksammats av en mängd olika forskare och praktiker inom olika discipliner (Benjamin et al., 1995).

3.3 Lokaliseringsproblemet

Anläggningslokalisering eller lokaliseringssanalys som det även kan benämnas omfattar tekniker för modellering, formulering och lösningar på lokaliseringsproblem (ReVelle och Eiselt, 2005; Fotheringham et al. 1995). Grunden för anläggningslokaliseringen kan ses som både statistiska och deterministiska, där problem i form av olika aspekter eller kända kvantiteter fungerar som ingångar för lokaliseringen och därefter härleds till en lösning på problemet (Owen och Daskin, 2000). Anläggningslokalisering kan involvera både privata och offentliga sektorer som vill lokalisera, förflytta eller expandera dess befintliga verksamhet (Yang och Lee, 1997). Lokaliseringsbeslutet kan ha en betydande effekt på en organisations strategiska konkurrenskraft i form av driftkostnader, leveranstider, prestanda och organisationens förmåga att konkurrera på olika marknader (Yang och Lee, 1997). Anläggningslokalisering kan appliceras mot en mängd olika områden som industrier, terminaler, butiker och upplag (Yang och Lee, 1997). Det finns en mängd olika definitioner för anläggningslokalisering och Fotheringham et al. (1995) beskriver det som en process där en uppsättning platser väljs ut från ett större urval platser, där urvalsproceduren är en funktion av den ”optimala” platsen i form av efterfrågan till de utvalda platserna. ReVelle och Eiselt (2005) anser att lokaliseringen kan i sin enkelhet beskrivas som placering av anläggningar på något givet utrymme. Behovet av lagerlokalisering börjar vanligtvis då behovet av ytterligare kapacitet finns och processen innefattar identifiering, analysering, utvärdering och urval bland möjliga alternativa platser (Yang och Lee, 1997).

Anläggningslokalisering kan ha en avgörande roll vid planering av anläggningar för många organisationer och den offentliga sektorn (Owen och Daskin, 1998; Current et

al., 1998). Detta kan ofta innebära svårfattade beslut som sätter organisationens planeringsförmåga på prov, då hela organisationens verksamhet kan beröras av besluten (Owen och Daskin, 1998). Vid en anläggningslokalisering bör en planering upprättas inför identifiering av en lämplig placering, finansieringen till anläggningen, samt anläggningens kapacitet och specifikationer (Owen och Daskin, 1998). Långsiktig planering kan även behöva tas i beaktning då oförutsagda faktorer som exempelvis: befolkningsmängdskiften, marknadstrender, expanderings m.fl. kan ha framtida påverkan för anläggningar (Owen och Daskin, 1998). Även miljömässiga faktorer, i form av naturkatastrofer, kan ha kraftig och snabb påverkan av en plats användningsområde (Owen och Daskin, 1998). Current et al. (1998) samt Owen och Daskin (1998) anser att nya anläggningar förväntas vara i bruk under en längre tid och att anskaffandet både kan vara kostsamt och tidskrävande för organisationer. Owen och Daskin (1998) anser även att planering inför anläggningslokalisering är viktigt. Det finns en mängd olika angreppssätt för att fastställa vart anläggningar ska placeras som Lambert och Stock (1993) och Fotheringham et al. (1995) anser kan påverka beslutsfattandet för olika typer av anläggningar, allt ifrån privat till offentlig sektor. Utifrån dessa krav har det skapats en mängd litteratur och matematiska program för modeller vid anläggningslokalisering (Owen och Daskin, 1998).

3.6 Flerpartslogistik

Inom dagens distributionskanaler kan det förekomma en utomstående aktör, utöver den traditionella samverkan mellan leverantör och köpare, som ansvarar för ett visst funktionsområde (Lumsden, 2012). Begreppet kallas för flerpartsamarbete och definieras som (XPL) en-, två- eller flerpartslogistik (Lumsden, 2012). Det innebär att flera aktörer samarbetar inom en distributionskanal där externa organisationer ansvarar för alla eller delar av en organisations logistiska aktiviteter (Lumsden, 2012). Skjoett-Larsen (2000) och Lumsden (2012) beskriver flerpartslogistik som en form av outsourcing av logistiktjänster, där den externa parten vanligtvis ansvarar för utvalda funktionsområden som distributionscentraler, leveranser och värdeskapande tjänster inom verksamheten. Ett vanligt argument för denna form av outsourcing är att organisationen kan lägga större kraft på dess egna kärnverksamheter och lämna mindre betydande delar till specialiserade organisationer (Bhatnagar et al., 1999). Vid transportfunktioner kan en transportör samarbeta med exempelvis en producent och dess leverantör för att sköta deras transporter (Lumsden, 2012). Det finns även transportörer

som utökar åtaganden genom att inkludera logistiska tjänster som lagring och produktbearbetande funktioner (Lumsden, 2012). Bolumole (2001) skriver att fördelar med att lägga ut delar eller hela den logistiska delen av en verksamhet är att de totala kostnaderna kan sänkas, ökad tillgång till kunskap och materiell som transportmedel samt bättre leveranssäkerhet. Organisationer som lägger ut delar av sin verksamhet på andra aktörer på grund av kostnadsbaserade skäl begränsar ofta dessa till grundläggande logistikfunktioner (Bolumole, 2001). Vanligt förekommande är att dessa funktioner hanteras av en kontraktsdistributör då ett tätt samarbete krävs, medan vid kortvarigare sammanhang kan en informationsmäklare anlitas (Lumsden, 2012). Informationsmäklaren äger själv inte några fysiska resurser utan bistår med kunskap om vart organisationerna kan finna resurser och tillgångar (Lumsden, 2012).

3.7 Transporter

Transporter har en viktig ekonomisk roll för att möjliggöra en effektiv och säker distribution genom hela distributionskedjan (Bloomberg et al., 2002). För att transportflödet ska fungera krävs det en väl uppbyggd infrastruktur (Lumsden, 2012). Infrastrukturen för transporter kan förklaras med ett system av utrustning och anläggningar utefter ett vägnät (Lumsden, 2012). Bloomberg et al. (2012) framhåller att transporter sammanlänkar integrerade logistikverksamheters aktiviteter och att detta är en viktig del inom hela transportsystemet. Infrastrukturer kan benämnas som antingen företagsintern infrastruktur eller extern infrastruktur som innefattar den struktur som erhålls till transportörerna (Lumsden, 2012). Transporter har spelat en viktig roll inom många industrialiserade länders utveckling (Bloomberg et al., (2002). Utan transportsystem skulle exempelvis inte råmaterial kunna anlända till anläggningar och fabriker, vilket hade stoppat utflödet av färdiga produkter för marknader (Bloomberg et al., 2002). Detta har resulterat i att ekonomiska marknader uppkommer när transportsystem skapar behov av resursförflyttningar inom infrastrukturer (Lumsden, 2012). Både den inhemska och internationella ekonomiska tillväxten kan gynnas av detta (Bloomberg et al., 2002). Bloomberg et al. (2002) anser att utan effektiva transportsystem skulle en ekonomisk tillväxt vara omöjlig. Lumsden (2012) skriver att utvecklingen av infrastrukturers kapacitet och miljökonsekvenser kommer att i stor utsträckning avgöras av den framtida fördelningen av transportslag. I dagsläget är den totala fördelningen av godstransporter på olika transportslag ojämnt fördelade och inom vissa sektorer har det även observerats en viss stagnation (Lumsden, 2012). Det

förutspås exempelvis att järnvägstransporter inom EU i framtiden inte kommer att kunna vinna några nya marknadsandelar. Inom sjöfarten kan det uppkomma en viss tillväxt men det är trots allt vägtransporterna som får de största marknadsandelarna i framtiden (Lumsden, 2012).

3.7.1 Vägtransporter

Sedan mitten av förra seklet har vägtransporterna kraftigt expanderat, och expanderar fortfarande, som ett av de viktigare transportslagen för den totala godstransportvolymen (Lumsden, 2012). Det är framförallt inom korta och medellånga transportavstånd som den största ökningen inom vägtransporter har skett (Lumsden, 2012). Vägtransporter domineras volymmässigt av lågvaruvärdiga gods (Lumsden, 2012). Vägtransporter kan även användas för gods med höga varuvärden och produkter som är tidskänsliga (Bloomberg et al., 2002). Detta möjliggörs av att vägtransporter är ett av de snabbaste alternativen för godstransporter men även transportsättets flexibilitet med dörr-till-dörr leveranser och att transporterna kan nå ut direkt till kunderna (Bloomberg et al., 2002). Vägtransporternas flexibilitet som transportslag kan även ge fördelar som bättre tillgångar för transporter till slutkonsumenter (Bloomberg et al., 2002). Vägtransporter med livsmedel har på senare år stadigt ökat då utvecklingen inom livsmedelindustrin och förändringar i samhället påverkat godsvolymer med livsmedel (Lumsden, 2012). Bloomberg et al. (2002) anser att vägtransporter kan vara specifikt lämpligt anpassat för denna typ av varustransporter då exempelvis lastbilar kan byggas och utrustas i olika längder, extrautrustning i form av exempelvis kylanläggningar och lastutrymmenas utformning vilket gör att de kan transportera många olika typer av gods. Dock kan fordon inom vägtransporter anses vara dåligt utrustade för större och skrymmande produkter då de inte är byggda för den typen av gods (Bloomberg et al., 2002). Det finns även vikt- och längdbegränsningar av fordon för vägtransporter vilket kan begränsa dess användarmöjligheter ytterligare (Bloomberg et al., 2002). Vägtransporter kan vara känsliga för oväntade händelser som trafikstockningar och extrema väderförhållanden (Bloomberg et al., 2002).

3.7.2 Järnvägstransporter

Järnvägstransporter är ett energieffektivt transportsätt för att förflytta stora godsvolymer långa sträckor (Lumsden, 2012). Majoriteten av det gods som förflyttas med järnvägstransporter är högdensitetvaror med låga varuvärden eftersom transportsättet

rankas lägre än väg- och flygtransporter som avses för transporter med höga varuvärden (Bloomberg et al., 2002). Lumsden (2012) anser att gods som transporteras med järnvägstransporter är gynnsammast vid större flöden då det kan vara enklare att utnyttja godstågens totala lastkapacitet. Järnvägstransporter kan hantera en stor variation av gods, men då konkurrensen från andra transportsätt är hög utnyttjas inte detta i någon större utsträckning (Bloomberg et al., 2002). En anledning till detta skriver Bloomberg et al. (2002) är på grund av järnvägstransporternas oförmåga för snabba leveranser och att det är ett transportsätt med låg flexibilitet. Varor och produkter som vanligtvis transporteras med järnvägstransporter inkluderar: metaller, spannmål, kol, sten och sand (Bloomberg et al., 2002). Järnvägstransporter har länge ansetts som osäkert för godstransporter då det har varit vanligt med bristande tidsscheman, undermåliga infrastrukturer och otillförlitlig utrustning (Bloomberg et al., 2002). Järnvägsbolag har försökt att ändra dess negativa anseende genom att byta ut äldre utrustning, implementeringar av kundorienterade strategier och installationer av modernare teknologier (Bloomberg et al., 2002). Järnvägstransporter har börjat tagit marknadsandelar från vägtransporter i och med användandet av kombinerad trafik där exempelvis containers lastas direkt på specialutformade järnvägsvagnar (COFC) (Bloomberg et al., 2002). Denna användning av standardiserade containers, som lastas direkt från fartyg till en järnvägstransportör, har visat sig vara effektiva och har ökat användningen av järnvägstransporter vid godstransporter (Bloomberg et al., 2002).

3.7.3 Sjötransporter

Sjötransporter används ofta inom internationella transporter då dessa transporter har en bra kostnadsstruktur och förmågan att kunna transportera stora godsvolymer (Bloomberg et al., 2002). Den goda kostnadsstrukturen och de stora volymmivåerna åstadkommer att rederier kan ta ut mycket låga kostnader för dess transporter (Bloomberg et al., 2002). Fördelar med sjötransporter kan innefatta långdistanskapaciteten hos transporterna, där i huvudsak lågt värderade volymmässiga bulkvaror som sand, cement och kalk transporteras (Lumsden, 2002). Även Bloomberg et al. (2002) skriver att sjötransporter kan hantera gods inom ett brett spektra, från malmer och spannmål till leksaker. Dock anser Lumsden (2002) att godsvariationer inom sjötransporter hänför sig i huvudsak till flytande bulk som petroleumprodukter. Även den interkontinentala sjötrafikhandeln med containrar som ”feeder” till inomeuropeisk industri och handel har expanderat kraftigt (Lumsden, 2002). Nackdelar

som kan innefatta sjötransporter hör till höga ledtider för transporter, opålitliga leveranstider och oförmågan till flexibilitet som finnas hos andra transportsätt (Bloomer et al., 2002). För att fungera optimalt behöver ofta sjötransporter samköras som kombinerad transport där exempelvis vägtransporter eller järnvägstransporter används (Bloomberg et al., 2002).

3.7.4 Hållbara transporter

De flesta logistiska aktiviteter har någon form av negativ miljöpåverkan, från råmaterialförvärv till eftermarknadsservice (Wu och Dunn, 1995). Dock kan den största påverkan inom logistik relateras till godstransporter och speciellt vägtransporter (Wu och Dunn, 1995; Enarsson, 2006). Europeiska Unionen har satt upp flera strategiska mål för hållbar utveckling och dess mål inom transporter definieras som: säkerställandet av att transportsystem ska motsvara samhällets ekonomiska, sociala och miljömässiga behov samtidigt som oönskade verkningar på ekonomi, samhälle och miljö ska minskas (RDS, 2006). Många påverkas av den miljöpåverkan som transporter tillfogar dess omgivning i form av faktorer som utsläpp, farliga substanser och buller (Wu och Dunn, 1995; Enarsson, 2006). Europeiska parlamentet (2010) anser att dessa faktorer kommer få allt större betydelser när godstransporterna ökar till följd av urbaniseringen och befolkningstillväxten som pågår globalt (European Parliament, 2010). Av denna anledning bör större hänsyn tas till hur förbättring av hållbarhet ska uppnås för godstransporter inom städer. (European Parliament, 2010). Godstransporter har en stark bidragande faktor till de ökande koldioxidutsläppen och beroendet av fossila bränslen samt den ökade belastningen av transporter orsakar problem för hållbara transportsystem (European Parliament, 2010). Det finns tecken på en ökad miljömedvetenhet inom transportbranschen men förbättringarna är inte tillräckliga då transportvolymerna överväger förändringshastigheten för hållbara transportsystem (OECD, 2010). Vägtransporter har enskilt den största miljöpåverkan och på grund av bristande utveckling av andra befintliga transportsätt, som järnvägstransporter och sjötransporter, vilket har inneburit att vägtransporter har blivit den dominerande aktören inom godstransporter (Santén, 2013; European Parliament, 2010). Golinska och Hajdul (2012) belyser att utveckling av hållbara lösningar för godstransporter har haft låg prioritet då det finns ett större intresse för utveckling av persontransporter. Dessutom anser Golinska och Hajdul (2012) att det specifikt kan finnas ett lägre intresse för innovativa lösningar för järnvägstransporter. Enligt Europeiska kommissionen

(2015) uppgick vägtransporterna till 83 % av den totala förbrukade transportenergin inom medlemsländer i EU. Från Eurostats statistiska rapport (2013) framgår det från data att vägtransporterna uppgick till 76,4 % av de totala transporterna och enbart 17,8 % stod för järnvägstransporter samt 6,7 % för sjötransporter inom EU. Golinska och Hajdul (2012) anser att den existerande kapaciteten inom infrastrukturer för vägtransporter inte är tillräcklig för att kunna tillvarata det ökade behovet av vägburna godstransporter. Detta kan orsaka överbelastningar i infrastrukturer inom städer som i förlängningen kan förorsaka längre ledtider och osäkra leveranser (Golinska och Hajdul, 2012; Wu och Dunn, 1995).

3.8 Hållbar utveckling

Enligt World Commission on Environment and Development (1987) är en betydelse av hållbar utveckling:

”Utveckling som möter dagens behov ska inte kompromissa förmågan för framtida generationer att möta deras behov”.

Ammenberg (2012) anser att denna betydelse idag är den mest vedertagna. Miljömässig hållbarhet handlar om att bevara den biologiska mångfalden samt att säkra livsnödvändiga resurser (Ammenberg, 2012). Ammenberg (2012) menar att den miljömässiga dimensionen av hållbarhet är den uteslutande viktigaste dimensionen, utan ett hållbart ekologiskt system finns det ingen betydelse för sociala och ekonomiska aspekter i längden. Ekonomisk hållbarhet handlar, i ett samhällsperspektiv, om att hushålla med begränsade resurser och skapa stabilitet och långsiktighet i samhällets ekonomiska system (Ammenberg, 2012). Social hållbarhet är i grund och botten människors behov, utveckling och kultur (Ammenberg, 2012). Det är svårt att definiera samhällsaspekten inom hållbar utveckling på grund av problemet att utvärdera immateriella aspekter (Chen et al., 2014). FNs kommission för hållbar utveckling anser att sociala aspekter inkluderar hälsa, välfärd, sociala och etiska värden samt inkomstfördelning (The United Nations Department of Economic and Social Affairs [UNDESA], 2001)

3.9 Hållbar utveckling inom anläggningslokalisering

Terouhid et al. (2012) menar att det fortfarande är en lång väg att gå innan alla tre dimensioner av hållbar utveckling kan beaktas vid beslutsfattande av lokalisering. Endast vid specifika omständigheter, så som placering av oönskade eller skadliga

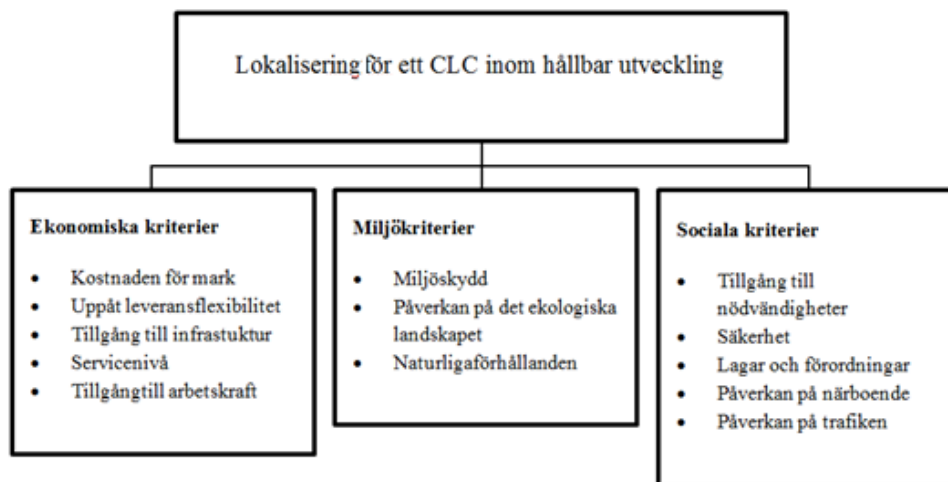
anläggningar har miljömässiga och sociala aspekter på allvar tagits i beaktning (Terouhid et al., 2012). Terouhid et al. (2012) har sammanställt de egenskaper som en hållbar lokaliseringsmodell bör innehålla (*figur 1*).



Figur 1. Egenskaper för en hållbar lokaliseringsmodell (Terouhid et al., 2012).

Enligt Terouhid et al. (2012) har ingen anläggning rent ekonomiska, miljömässiga eller sociala konsekvenser utan det är den kollektiva eller holistiska effekten dessa tre bygger upp som är viktig när beslut om anläggningslokalisering ska tas. En lokaliseringsmodell är heller inte lämplig om den inte innehåller någon typ av valideringsprocess över viktiga aspekter (Terouhid et al., 2012). Vidare menar Terouhid et al. (2012) att tvärvetenskapligt medvetande bidrar till en hållbar lokaliseringsmodell, det vill säga forskare inom många vetenskapsgrenar bidrar till problemformuleringen. Terouhid et al. (2012) menar dock att det kan vara kontroversiellt då fokus och metoder kan skilja sig åt. Något som gynnas av det tvärvetenskapliga tillvägagångssättet är definitionen av hållbar utveckling som kan anta en mer specifik definition beroende på vilken vetenskaplig gren som tillämpas (Terouhid et al., 2012). Även en bred mångfald inom aspekter och livscykelanalyser anses viktigt för en hållbar lokaliseringsmodell (Terouhid et al., 2012). Slutligen genom att välja rätt spatial skala för den nivå av noggrannhet som ska uppnås i beslutsfattandet så har modellen för anläggningslokalisering antagit ett hållbart tillvägagångssätt (Terouhid et al., 2012). Ett problem i teorin gällande lokalisering av logistikverksamheter är att få forskare tar upp lagerlokalisering som en gren utan de tar upp lokalisering generellt för alla typer av anläggningar (Jayaraman, 1998; Klose och Drexler, 2005).

Rao et al. (2015) menar att logistikparker är en viktig del i arbetet av ett modernt logistiksystem, där en logistikpark kan samla en stor del av de logistiska verksamheterna utanför städerna. Rao et al. (2015) tar upp tretton kriterier för placering av en logistikpark (city logistics centre, CLC) inom dimensionerna av hållbar utveckling (*figur 2*).



Figur 2. Tretton kriterier för hållbar utveckling enligt Rao et al. (2015).

Inom de ekonomiska kriterierna anser Rao et al. (2015) att kostnaden för mark har nära relationer till valet av placering, totalpriset för investeringen kan bli högre om priset för marken är hög. Hur snabbt det går att anpassa sig till en oplanerad situation är det andra kriteriet och hänvisar till den totala tid som åtgår från att en oplanerad händelse sker till att bibehållen leveransprestanda möts (Rao et al., 2015). En god placering av ett CLC ska tillmötesgå all leveransverksamhet med så liten tidsåtgång som möjligt (Rao et al., 2015). Det tredje kriteriet är tillgången till infrastruktur så som järnväg, flygplats, hamn och motorväg (Rao et al., 2015). Det fjärde ekonomiska kriteriet tar Rao et al. (2015) upp som servicenivå och påpekar vikten av att kunna leverera hela order på utsatt tid vid varje given tidpunkt. Det sista ekonomiska kriteriet tar upp arbetskraft, både i kvantitet och i kvalitet, d.v.s. att det måste finnas tillgång på utbildad arbetskraft (Rao et al., 2015). Rao et al. (2015) menar också att lönenivåerna är en bidragande faktor vid placering av ett CLC ur ett ekonomiskt perspektiv.

Det första miljökriteriet är att miljön måste beskyddas och att minska stadsföroreningar så mycket som möjligt (Rao et al., 2015). Föroreningar inkluderar ljudet från maskiner och luftföroreningar skapade av fordonsutsläpp (Rao et al., 2015). Det andra miljökriteriet är påverkan på ekologiska landskap (Rao et al., 2015). Ett CLC bör utvecklas och designas för att kunna harmonera med det omgivande landskapet för att bevara livsmiljön för lokala invånare samt att det ska bevara eller förbättra det ursprungliga landskapet så att stadens framtoning inte påverkas negativt (Rao et al., 2015). Det sista miljökriteriet behandlar de naturliga förhållandena (Rao et al., 2015). Ett CLC bör placeras med hänsyn till lokal miljö såsom temperatur, vind och nederbörd

(Rao et al., 2015). Till sist nämner Rao et al. (2015) att det lokala klimatet direkt påverkar de anställdas hälsa och arbetseffektivitet.

Slutligen måste de sociala kriterierna beaktas. Det första kriteriet är tillgång till kommunikation, ström och vatten samt att säkerheten måste fungera mot olyckor, stöld och vandalisering (Rao et al., 2015). Placeringen av ett CLC måste följa lagar och förordningar samt lokala bestämmelser angående markutnyttjande och samhällsplanering (Rao et al., 2015). Ett CLC ska minska störningar i stadslivet och trafiktrycket samt främja en sund utveckling för de som bor i staden (Rao et al., 2015). Ett CLC ska inte inverka negativt på trafikflödet, så en god trafikplanering är viktigt vid val av placering (Rao et al., 2015).

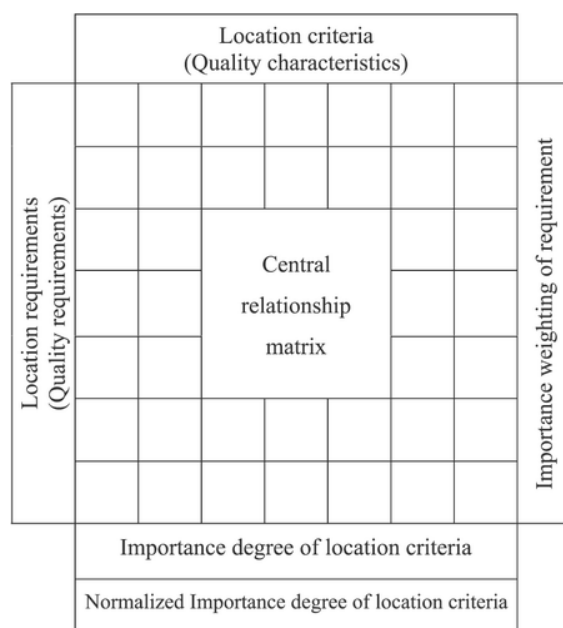
3.10 Lokaliseringsmodeller

Kriterier för en anläggningslokalisering utvärderas oftast genom hänsyn till den faktiska organisationens intresse (Current et al., 1990; Holmberg et al., 1999; Tombak, 1995). Dock bör en anläggningslokalisering inte bara tillgodose organisationens egenintresse utan även utformas efter organisationens anställda, leverantörer och kunder (Pao-Tiao, 2002). Detta kan uppnås genom modeller som tar med olika faktorer i beräkningarna för placeringen (Pao-Tiao, 2002). Nedan följer beskrivningar på några metoder och modeller inom anläggningslokalisering.

3.10.1 QFD

Många organisationer fokuserar på kvantitativa faktorer inom anläggningslokalisering som byggnadskostnader, transportkostnader och materialförsörjning (Pao-Tiao 2002). Dock anser Pao-Tiao (2002) att det kan vara viktigt att se anläggningslokalisering som ett beslutsproblem med flera faktorer, där både kvantitativa och kvalitativa delar tas med i beräkningarna. En metod som kan användas för att ta med dessa faktorer i beaktning är kundcentrerad kvalitetsutveckling eller quality function deployment (QFD). Denna metod kan användas inom anläggningslokalisering för att underlätta beslutstaganden vid en anläggningsplacering (Pao-Tiao, 2002). Metoden används främst inom strukturerad produktplanering och utveckling där metoden klargör specifika användarkrav från kunder (Pao-Tiao, 2002). Data från användarkraven sammanställs genom specifika matriser och utvärderas efter dess betydelse för lokaliseringen av en eventuell anläggningsplacering (Pao-Tiao, 2002). Planeringsprocessen med en QFD

inriktad anläggningslokaliseringen i fem steg, där en HOQ matris (*figur 1*) används för att visa relationen mellan kunder och kvalitetsegenskaper (Pao-Tiao, 2002).



Figur 3. HOQ-matris (Pao-Tiao, 2002).

3.10.2 AHP

Analytic hierarchy process (AHP) är en multikriterad problemlösningsmetod som utvecklades av Thomas Saaty (Saaty, 1987). AHP möjliggör användandet av modeller för stora och komplexa faktorer i en hierarkisk struktur, jämförelser av faktorers effekt på problem och förhållandet mellan olika mål (Saaty och Vargas, 2013). Metoden används inom många områden då den kan användas som ett strategiskt verktyg för att lösa både dynamiska och komplexa beslutsproblem (Yang och Lee, 1997; Vaidya och Kumar, 2006). AHP utvecklades från början för att lösa storskaliga problem där parvisa jämförelser används för att syntetisera vikterna (Carmone et al., 1997). Även Saaty (1990) beskriver AHP som en flexibel modell som kan användas på olika komplexa problem för att hjälpa beslutsfattare utvärdera och avgöra slutgiltiga beslut. En speciell egenskap som kan utnyttjas genom flexibiliteten med AHP är att metoden kan integreras med andra modeller som till exempel linjär programmering, QFD och Fuzzy logic (Vaidya och Kumar, 2006). Yang och Lee (1997) och Regmi och Hanaoka (2012) skriver om att anläggningslokalisering är en av en mängd olika metoder som AHP metod kan användas inom. AHP metoder kan även användas för att besluta åtgärder inom både fysiska och sociala områden (Saaty, 1987; Vaidya och Kumar, 2006). Dessa områden kan innefatta allt ifrån ekonomi, medicin, sport till utbildning och marknadsföring (Saaty, 1990; Saaty, 1994). Saaty (1994) framför att det kan vara en svår uppgift för beslutsfattare att jämföra och utvärdera den mängd lokaliseringsfaktorer som kan förekomma vid dessa modeller. Detta kan underlättas med hjälp av en AHP metod för anläggningslokalisering då endast bedömning av en faktor utvärderas åt gången (Yang och Lee, 1997). AHP metoder kan underlätta för specifika parter att se över områden för att identifiera vilken typ av anläggning som kan stödjas (Yang och Lee, 1997; Vaidya och Kumar, 2006). Saaty (1987) beskriver AHP som en generell teori för mätning av problemfaktorer där villkoren mellan diskreta och kontinuerliga parade jämförelser förklaras. Dessa jämförelser kan erhållas genom mätningar eller från skalor som motsvarar en procentuell styrka av preferenser och känslor (Saaty, 1987). I dess allmänna struktur förklarar Saaty (1987) att AHP kan beskrivas som en icke-linjär modell där både deduktivt och induktivt tänkande möjliggörs genom att flera faktorer kan tas i beaktning samtidigt, vilket skapar återkopplingar och numeriska bedömningar för eventuella beslutstaganden. Yang och Lee (1997) beskriver att en AHP-modell kan hjälpa till att ranka faktorer i en hierarkisk process för att på så sätt väga de viktigaste faktorerna i en process högst. Vid användandet av AHP metoder krävs det att en parvis

jämförelse används för att kalibrera hierarkikedjan (Carmone et al., 1997). Parvis jämförelse är en grundläggande komponent för processen (Saaty, 1987). Saaty (1988) fastställer att parvis jämförelse är ett viktigt steg inom AHP, specifikt vid beslut av prioriteringsfaktorer för anläggningslokaliseringar samt utvärderingar för placeringen, baserat på kvalitativa faktorer. Vid en parvis jämförelse fastställer beslutsfattarna prioriteringar för de viktigaste kriterierna genom att bedöma faktorerna parvis för dess betydelse för problemet, vilket skapar en jämförelsematrix (Saaty, 1987). Numreringarna som representeras av Saaty's betygsskala (*bilaga 2*) används för att utvärdera jämförelserna (Saaty, 1987). Saaty (1987) beskriver att antalet beslut som behövs för en matrix n ges av formeln:

$$\frac{n(n-1)}{2} \tag{1}$$

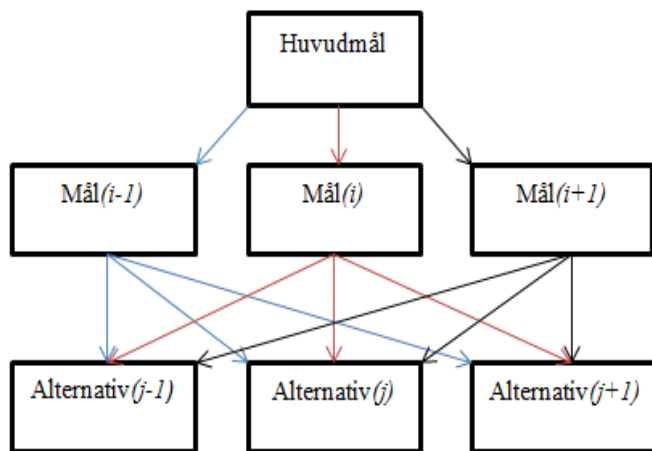
Det eftersom matrisen är ömsesidig och de diagonala faktorerna är lika med ett. För att kunna dra slutsatser om ifall utvärderingarna vid jämförelserna är tillräckligt sammanhängande måste den stödjas med ett konsekvensratio (CR), som är ett mått på om jämförelserna i matriserna är konsekventa eller slumpmässiga (Aguaron och Moreno-Jiménez, 2003). Detta genereras av sambandet mellan konsekvensindex (CI), som är ett uttryck för genomsnittet av skillnaden mellan fel som kan ha uppkommit, och det slumpmässiga konsistensindexet (RI) som är ett tabelltal och fastställs av antalet kriterier i jämförelsen *tabell 1*. Konsekvensration (CR) som är ett mått på om jämförelserna i matriserna är konsekventa eller slumpmässiga (Aguaron och Moreno-Jiménez, 2003). En undersökning med höga CR värden kan reflektera att försöket är inkonsekvent och därmed inte tillförlitligt (Aguaron och Moreno-Jiménez, 2003). Saaty (1987) rekommenderar att värdet på CR inte bör understiga eller vara lika med 0,10. Detta kan ses som en rekommendation och måste inte följas vid undersökningar. Dock kan resultat som har ett CR som överstiger 0,10 anses vara allt för inkonsekvent för att vara tillförlitliga, fastän det ibland måste förbises (Saaty, 1987).

Tabell 1. Slumpmässigt konsekvensindex.

n=	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
R.I.	0	0	0,52	0,89	1,11	1,25	1,35	1,40	1,45	1,49

För att en AHP process ska få ett trovärdigt resultat är det viktigt att arbetet utförs i rätt ordningsföljd Saaty (2008).

- a) Identifiera problemet genom att identifiera målet.
- b) Identifiera kriteriet som påverkar problemet.
- c) Identifiera the föreslagna alternativen eller lösningarna som ska jämföras och differentieras.
- d) Konstruera den hierarkiska modellen, inklusive den högsta nivån som ska representera målet med undersökningen, mellannivån som ska representera kriterierna, delkriterierna som påverkar problemet och den lägsta nivån som representerar de föreslagna alternativen och lösningarna.



Figur 4. Nivåer i en AHP-beslutsmodell.

- e) Insamling av data från konkreta uppgifter från kända faktorer. Detta kan åstadkommas genom intervjuer, enkäter eller fallstudier.
- f) Designa en parvis jämförelsematrix, där kriterierna jämförs genom en tvåvägs metod.

- g) Den parvisa jämförelsen startar från toppen av hierarkimodellen från problemets mål. Sedan jämförs kriterierna i förhållande till målet genom den parvisa metoden där två kriterier jämförs för samma mål, följt av de andra kriterierna. Matrisen som bildas av de parvis jämförda kriterierna kan utformas som visas genom figuren nedan (*tabell 2*).

Tabell 2. Matris för parvisjämförelse.

MÅL	K1	K2	K3
K1	1	A_{12}	A_{13}
K2	A_{21}	1	A_{23}
K3	A_{31}	A_{32}	1

- h) Elementen i den vänstra kolumnen jämförs med elementen i första raden i matrisen.
- i) Den andra delen av matrisen färdigställs med inverterade värden.
- j) När parvisjämförelse har genomförts på alla kriterier beräknas konsekvensration för varje jämförelse genom beräkning av dess egenvektorer.

3.10.4 Tyngdpunktsmetoden

Tyngdpunktsmetoden kan användas för att minska transportkostnaderna från leverantör till kund genom att lokalisera en anläggnings optimala geografisk position (Lumsden, 2012). Olhager (2000) framför även att tyngdpunktsmetoden är en användbar metod vid anläggningslokaliseringar där en balans mellan transporter och specifika marknader eftersträvas. Lumsden (2012) påpekar att vid en anläggningslokalisering är det många faktorer som kan påverka placeringen av en anläggning. Faktorer som infrastrukturer, ekonomiska aspekter och geografiskt läge styr i stor grad vart beslutsfattarna väljer att placera en anläggning (Lumsden, 2012). Modellen för tyngdpunktsmetoden bygger på att en anläggning placeras i tyngpunkten i förhållande till kundernas(n) behov i ett distributionsområde (Lumsden, 2012). Förutsättningen för metoden är att enbart en anläggning används i beräkningarna och att samtliga enheter kan placeras i ett kordinatsystem (X_n, Y_n) (Lumsden, 2012). Godset transporteras i bestämda mängder med utgångspunkt från kundens behov (Lumsden, 2012). Anläggningens placering beräknas genom att marknadstyngdpunkter läggs in i kordinatsystemet, där tyngdpunktens X- och Y kordinater kan beräknas. X_n, Y_n : Kordinater för anläggningen eller leverantör.

K_i : Transportkostander för 1 enhet mellan anläggning och marknaden.

n : Antalet marknader

D_n : Avståndet mellan anläggning och marknad eller leverantör

$$D_n = \sqrt{(x - x_n)^2 + (y - y_n)^2} \quad (2)$$

3.10.5 GIS

Geografiska informationssystem (GIS) har som verktyg vid lokalisering av optimala platser växt i popularitet (Fraile et al., 2016). GIS är utvecklat för att skapa datoriserade kartor och analysera geografisk information (Fraile et al., 2016). Enligt Pao-Tiao (2002) kan lagerlokalisering vara en komplex uppgift. Fraile et al. (2016) menar att det är lokaliseringsmodellerna som finns som är svåra att studera och lösa. Fraile et al. (2016) påpekar att lagerlokalisering ofta påträffas i beslutsprocesser inom samhällsplanering och studier har påpekat fördelarna med att integrera GIS när det kommer till lagerlokalisering. Dock finns problem med dagens GIS, dessa system är inte designade för att lösa optimeringsproblem så som lokaliseringar (Fraile et al., 2016). Fraile et al. (2016) tar upp tre begränsningar vid beslutsfattande utifrån GIS-modeller: att förstå problemet, d.v.s. den geografiska processen och användningen av utrustningen, desginalternativen för att skapa lösningar till problemen och utvärderingen för att identifiera den bästa lösningen. Fraile et al. (2016) menar att i dagsläget när traditionella modeller används kan det leda till ineffektivitet, därför är det viktigt att använda nya system där många parametrar kan analyseras samtidigt.

3.11 Kritik

I de nuvarande modellerna för anläggningslokaliseringar kan det finnas begränsningar vid användandet av dem (Owen och Daskin, 1998; Teroudhid et al., 2012; Yang och Lee, 1997). Owen och Daskin, (1998) anser att det ökade användandet av anläggningslokaliseringar hämmas av att de nuvarande metoderna är svårhanterliga och kan kräva avancerade programmeringskunskaper. Chen et al. (2014) nämner bl.a. att matematiska metoder ofta används för att utvärdera kostandsminimeringar och vinstmaximering vid lagerlokalisering. Detta har resulterat i mycket av utvecklingen inom området har begränsats till att forskning inom anläggningslokalisering har koncentrerats till statistiska och deterministiska problem. Yang och Lee (1997) framför att många av modellerna är deterministiska vilket kan resultera i att de saknar

dynamiska förmågor som är nödvändiga för att hantera de snabba förändringar som kan ske vid anläggningslokaliseringar. Traditionellt sett har modeller för anläggningslokalisering fokuserat på de ekonomiska aspekterna vid en lokalisering (Terouhid et al. 2012; Chen et al., 2014). Hållbara aspekter har länge försumrats vid användandet av modeller (Terouhid et al., 2012). Miljö och- sociala frågor har på senare tid blivit viktiga konkurrensfördelar för organisationer men trots detta används sällan aspekterna i modeller för anläggningslokaliseringar (Chen et al., 2014; Terouhid et al., 2012; Sarkis, 2001). Yang och Lee (1997) anser att detta kan bero på modellernas obenägenhet att praktiskt kunna hantera verkliga problem på grund av aspekternas komplexitet. Även bristen på kvalitativa lokaliseringsfaktorer kan vara påtaglig vid anläggningslokaliseringar, detta trots att kvalitativa faktorer kan ha en avgörande roll vid lokaliseringsbeslut (Yang och Lee, 1997). Utgången av detta anser Owen och Daskin, (2000) inte ger hela bilden av lokaliseringar eftersom det bara kan ge en allmän insikt om platsval men inte ge en verklig bild av problemen där flera aspekter tas hänsyn till.

3.12 Sammanfattning av teori

Det framgår av teorin att lokaliseringsproblem inte är något nytt utan det finns belägg för att det redan på 1600-talet fanns de som arbetade för att lösa dessa typer av problem. Några typiska grundbegrepp inom anläggningslokalisering har visat sig vara flerpartslogistik och transporter. Hållbar utveckling är enligt World Commission on Environment and Development (1987) ”*Utveckling som möter dagens behov ska inte kompromissa förmågan för framtida generationer att möta deras behov*”. Med hjälp av den definitionen samt Rao et al. (2015) och Terouhid et al. (2012) kartläggning av hållbara faktorer inom anläggningslokalisering har hållbar utveckling beskrivits med tre faktorer, miljö, socialt och ekonomi. Teorin över lokaliseringsmodeller har återkommande beskrivit modellerna QFD, AHP, tyngdpunktsmodellen samt i nyare studier även GIS.

4 Resultat

Intervjuer har utförts med tre personer där två utav dessa har nyckelpositioner i organisationer som vill öka kunskapen om regional utveckling. Den tredje respondenten är ansvarig utgivare av tidsskriften Intelligent Logistik. Den personen har bistått med information angående den modell för logistiklägen som Intelligent logistik tar fram årligen, som föreliggande rapport haft som riktmärke.

4.1 Organisation ett

Organisation ett har som uppgift att marknadsföra och positionera Gävle-Dalaområdet som logistiknav och handelscentrum. Detta gör de genom att verka för att offentlig sektor, näringsliv och akademi ska samspela med varandra. Enligt respondenten är Gävle det starkaste och mest betydelsefulla logistiknavet norr om Stockholm. År 2050 förväntas ungefär hälften av Sveriges befolkning ha bosatt sig i Stockholmsregionen vilket medför att behovet av logistik är stort. Respondenten ser goda förutsättningar för Gävle som försörjare av mälardalsregionen i framtiden, då Gävle hamn är en av ostkustens största containerhamnar. Respondenten berättar att organisationen också jobbar med att marknadsföra etableringsbara lokaler och fastigheter. Ett stort argument som de använder är att visa på närheten till europavägar, järnvägar och hamnar. I dagsläget är det vissa områden i regionen som får mest uppmärksamhet. I Gävle är Ersbo, Tolvfors och hamnen tre viktiga områden. I Borlänge framhäver respondenten Lusberget som en del i arbetet med Borlänge som järnvägsnod och i Hofors planeras utveckling för e-handel och användandet av spillvärme från industrin för att odla grönsaker.

I dagsläget ser respondenten hållbara aspekter genom att studera vilka typer av unique selling propositions (USP) som finns i regionen. Genom ett hållbarhetsperspektiv lyfts järnväg och sjötransporter fram som miljövänligare alternativ än vägtransporter. Hamnen positionerar Gävle före många närliggande städer till Stockholm som mer hållbara ur ett transportperspektiv. I framtiden vill organisation ett jobba mer med hållbara faktorer, genom att använda geografiska informationssystem (GIS) för att kartlägga miljöfaktorer så som att undvika tunga transporter inne i städer o.s.v. Organisation ett påpekar också att jobba med logistikparker, att logistiketableringar till stor del ska ske på geografiskt samma plats för att minska på tung trafik i staden är

viktigt. Som ett led i detta vill organisation ett se utvecklingen av mindre eldrivna fordon för leveranser mellan logistikparkerna och staden. Respondenten påpekar också att organisation ett börjar se att potentiella kunder inom logistikbranschen (varuägare, byggbolag etc.) arbetar med hållbara aspekter. Truckar utvecklas för att bli miljövänligare och även förarlösa, vägtransporter testas att drivas med el och många åkerier övergår till att använda biobränslen.

4.2 Organisation två

Organisation två är ett bolag som ägs utav Gävle kommun och en grupp lokala fastighetsägare. Deras uppgift är att verka för Gävles bästa i form av att locka till företagsetableringar och hjälpa företag som vill etablera sig i staden. Organisation två har en anställd som i dagsläget jobbar med att hjälpa företag att etablera sig i Gävle. Allt i från kontakten med kommunen och de myndigheter som omfattas till att söka lämpliga lokaler eller fastigheter. Genom ett samarbete med organisation ett jobbar organisation två med logistiketableringar. I dagsläget arbetar organisation två med ett antal logistiketableringar och däribland datacenter till Gävle.

Respondenten anser att rätt yta och rätt infrastruktur är vanliga krav och önskemål när kunder söker platser för sin etablering. Mindre företag och mindre etableringar tenderar dock att fokusera på läget men respondenten anser att det är svårt att tillmötesgå då de lokaler och den mark som finns tillgänglig inte går att flytta på. Typiska hållbara krav som respondenten har stött på är återanvändning av restprodukter, till exempel kylvatten från datacenter. Respondenten ser att många företag jobbar med hållbarhet men oftast bara internt och sällan något som spelar in vid en placering eller etablering. Respondenten menar att frågor som rör kompetenstillgång också är vanligt. När det kommer till de hållbara aspekterna socialt, miljö och ekonomi menar de att deras position inte är lämplig att arbeta med dessa frågor aktivt, utan de beaktar alla etableringsförfrågningar de får och anpassar sig efter rådande omständigheter och förfrågningar. Respondenten anser också att Sveriges lagstiftning åtminstone motverkar etableringar som inte på något sätt värnar om miljö. Inom den sociala aspekten menar respondenten att en region med hög arbetslöshet har tillgång till billig arbetskraft. Med hjälp av geografiska informationssystem (GIS) tror respondenten att det kommer gå att kartlägga tillgång på arbetskraft i framtiden. Dock anser respondenten att det kan ge en negativ klang att framhålla hög arbetslöshet, då det kan varna för låg arbetsmoral.

Respondenten tror att företag vanligen söker någon typ av utbildad personal vid etableringar och då försöker organisation två att samarbeta med arbetsförmedlingen för att skapa en paketslösning till dessa företag. I framtiden vill respondenten se ett utökat arbete med hållbarheten genom till exempel återanvändandet av spillvärme. En idé tycker respondenten kan vara odling av grönsaker och fisk eller skaldjur som annars fraktas långt och på så sätt minska onödiga transporter. Respondenten framhäver ett kretsloppstänk när de pratar om hållbarheten i främst odling av grönsaker och djurföda och skulle detta gå att använda i kombination med spillvärme så skapas även jobb för att sköta dessa anläggningar anser de. Även regnvattnet kan samlas in och renas för att sedan använda vid bevattning, men först och främst menar organisation två att det behövs företag som vill ta dessa ekonomiska risker.

4.3 Intelligent logistik

Tidningen Intelligent logistik (IL) har sedan 2005 listat Sveriges mest optimala logistiklägen (Källa: Intelligent logistik, 2016). Utvärderingsmetoden baseras på en ranking över 25 olika logistikregioner som alla betygssätts genom olika kriterier (Källa: Intelligent logistik, 2016). Denna ranking består av sex olika kriterier som styr poängsättningen på logistikregionerna och varje kriterier kan ge ett maximalt förutbestämt delpoäng (Källa: Intelligent logistik, 2016). De olika kriterierna är:

1. Logistiklägets geografiska och demografiska läge till Sveriges tyngdpunkt. Logistikregionen kan få maximalt 25 poäng från kriteriet.
2. Allsidighet, tillgänglighet och hållbarhet i logistiklägets infrastrukturer. Logistikregionen kan få maximalt 25 poäng från kriteriet.
3. Den totala tillkommande volymen av logistikytor de senaste fem åren. Logistikregionen kan få maximalt 20 poäng från kriteriet.
4. Den samlade tillgången av logistikservice, relevant akademisk utbildning och tillgången till arbetskraft. Logistikregionen kan få maximalt 10 poäng från kriteriet.
5. Regionens samarbetsklimat, affärsklimat och nätverk. Logistikregionen kan få maximalt 10 poäng från kriteriet.

6. Priset och tillgången till färdigplanerad mark för nyetableringar.
Logistikregionen kan få maximalt 10 poäng från kriteriet.

De tilldelade poängen för varje logistikregion sätts av en arbetsgrupp från IL som utvärderar hur väl varje enskild region uppfyller kriterierna menar respondenten. Faktorer som arbetsgruppen ser över kan vara hur regionen har arbetat med expanderings, befintlig infrastruktur, nybyggen, detaljplaner, nyetableringar o.s.v. (Källa: Intelligent logistik, 2016). Något som respondenten tycker är värt att notera är att modellen enbart utgår ifrån konsumentprodukter. Detta medför att regioners geografiska och demografiska tyngdpunkt väger tungt vid poängsättningen men även regioners medkvalitet och hållbarhet inom dess samlade infrastruktur väger tungt vid bedömningen (Källa: Intelligent logistik, 2016). Den geografiska och demografiska tyngdpunkten hänvisar IL till Sveriges mittpunkt som är placerad i Hallsbergs kommun (Källa: Intelligent logistik, 2016). IL anser att detta kriterium väger tyngst eftersom en stor del av Sveriges befolkning bor i området, en stor del av befolkningen kan nås från regionen och regionen har kort varudistribution ut i landet (Källa: Intelligent logistik, 2016). Respondenten påpekar att en hög poängssumma kan tilldelas regioner genom de två första punkterna och reflekteras i den slutgiltiga rankningen då det är regioner placerade nära den demografiska mittpunkten som får höga placeringar i listan. Respondenten poängterar även att regioner som befinner sig inom eller i närheten av den geografiska och demografiska tyngdpunkten får höga poäng var efter regioner belägna längre ifrån den demografiska mittpunkten får lägre poäng. Sedan 2012 har IL tagit med hållbarhet i kriteriet för den samlade infrastrukturen, både social, miljömässig och ekonomisk hållbarhet som ett kriterium vid bedömningen (Källa: Intelligent logistik, 2016). Då vägtransporter är sämre i hållbarhetssynpunkt än vad sjöfart -och järnvägstransporter är, ska regioner med höga flöden av de sistnämnda transporterna bedömmas fördelaktigare (Källa: Intelligent logistik, 2016). Respondenten hade emellertid inte någon närmare förklaring på hur arbetsgruppen såg på regionernas arbete med hållbar utveckling. Kriterierna för de hållbara transporterna bedömdes godtyckligt för järnväg- och sjötransport och det finns inte några specifika kriterier för hur en region kan tilldelas poäng för dess arbete med hållbara transporter. Respondenten framför att modellen utgår från varuförsörjning i form av konsumtionsvaror eftersom det är enklare att mäta dessa volymer än exempelvis varuförsörjningar av malm, stål och insatsvaror. Helhetsbilden av den befintliga rankingen skulle få ett annat resultat om modellen

utgick från dessa varuförsörjningar, dock är de mer besvärligt att mäta och därför exkluderas i modellen till förmån för konsumtionsvaror menar respondenten. Vid eventuell tillkommen detaljplanerad logistikyta inom regionerna kan bara tillgodoräknas poäng om den totala etableringen är $10000m^2$ eller större. Detta medger respondenten kan vara en svårt att uppnå för mindre regioner där detaljplanerade tomter i den storleken kan vara sällsynta. Det kan även anses vara ett problem att dessa kriterier kan ge höga poäng då det påverkar placeringarna på listan år från år (Källa: Intelligent logistik, 2016). Det samlade utbudet av logistikservice och tillgången till akademisk utbildning anser IL är ett viktigt kriterium, men inte lika viktigt som geografiskt läge och infrastrukturer (Källa: Intelligent logistik, 2016). Respondenten nämner även att relevanta akademiska utbildningar kan vara viktigt vid poängsättningen men att det då krävs ambitiösa satsningar på utbildningar för att nå bra resultat. Regioner som har tillgång till större postterminaler kan tilldelas högre poäng än de regionerna utan terminaler och regioner kan samla poäng genom att bygga nätverk inom regionen eller med andra regioner för att samarbeta med bl.a. nyetableringar. Respondenten nämner att Gävle och Borlänge har ett samverkande nätverk för samarbeten genom bildandet av den mellansvenska regionen. Priser och tillgång på mark i regionerna kan ha stor betydelse för vart en organisation väljer att etablera sig (Källa: Intelligent logistik, 2016). Dock påpekar respondenten att många organisationer inte påverkas av exempelvis markpriser i regionerna då det finns andra kriterier som väger tyngre.

5 Analys

I analyskapitlet analyseras intervjusammanställningen mot den teori som presenterats för att styrka bilden av hållbar utveckling inom logistik. En diskussion förs angående vad som är viktigt vid logistikplaceringar ur ett hållbart perspektiv och frågeställningarna besvaras.

5.1 Hållbar utveckling inom ramarna för logistiklokalisering

En förändrad syn på infrastrukturer och transportsätt kan bli viktiga aspekter inom regioners arbete med hållbar utveckling. Respondenten för organisation ett menar att regioner kan positionera sig som förebilder ur ett hållbart perspektiv genom ett ökat användande av sjö- och järnvägstransporter istället för vägtransporter. Detta stöds av Bloomberg et al. (2002) som menar att sjötransporter i kombination med exempelvis järnvägstransporter, kan vara ett effektivt transportalternativ ur miljösynpunkt. Precis som organisation ett, vill Intelligent logistik (IL) se en ökad hållbar syn på transportsätten genom användandet av sjö- och järnvägstransporter. Bloomberg et al. (2002) betonar att transporter sammanlänkar logistikverksamheter och att de har en viktig roll för att möjliggöra en effektiv och säker distribution genom hela kedjan. Inom ett hållbarhetsperspektiv för transporter framhäver Wu och Dunn (1995) och Enarsson (2006) att vägtransporter är den mest miljöpåverkande typen av transport och det leder då till att sjötransporter kan ha lägre miljöpåverkan. Ammenberg (2012) menar att miljömässiga aspekter är det avgörande steget vid arbeten inom hållbar utveckling vilket ger medhåll för både organisation ett och tvås syn på hållbara aspekter, då de miljömässiga aspekterna ansågs ha störst inverkan för regioners logistiklokaliseringar när det kom till hållbara aspekter. Även den strategiska inverkan som miljöaspekter kan bidra med, där målet är att få marknadsföringsövertag gentemot andra regioner som inte fokuserar mot hållbara lösningar tycks vara något som förespråkas. Ammenberg (2012) stödjer just denna syn på de miljömässiga aspekterna, där han anser att hela tankesättet kring hållbar utveckling fallerar utan ett miljötänk och de sociala samt ekonomiska aspekterna blir således betydelselösa. Regioner kan vinna mycket på ett ökat miljömässigt ställningstagande vilket organisation två förespråkar vid nyetableringar. De vill se ett bättre tillvaratagande av till exempel spillvärme från värmeintensiva verksamheter så att energi kan användas för andra ändamål som uppvärmning. Detta kan med viss koppling till Terouhid et al. (2012) hänvisas till ett livscykelperspektiv för de resurser som brukas. Rao et al. (2015) talar för att logistiklokaliseringar måste

utföras så att inte det omgivande landskapet och livsmiljön påverkas negativt. Det framgår att IL har sedan en längre tid arbetat med hållbar utveckling där de framfört vikten av detta vid logistiklokaliseringar. Det finns tydliga tendenser till att miljöfaktorer kan komma att bli avgörande vid nyetableringar. Terouhid et al. (2012) tar upp hur viktig mångfalden är inom de olika aspekterna för en hållbar lokaliseringsmodell. Organisation två ser tydligt vikten av de sociala aspekterna vid arbete med hållbar utveckling inom logistiklokaliseringar, specifikt aspekter och frågor som rör kompetenstillgångar inom regioner. Ammenberg (2012) framför social hållbarhet som en viktig aspekt, i ett samhällsperspektiv, för att kunna skapa stabilitet och långsiktighet inom samhällets ekonomiska system. Även IL ser betydelsen av tillgång till akademisk utbildad arbetskraft som ett viktigt kriterium vid logistiklokaliseringar. Både organisation två och IL menar att organisationer som nyetablerar en anläggning behöver högutbildad och lågutbildad arbetskraft och att regioner med hög andel arbetslöshet kan se det som en tillgång inom de sociala aspekterna för hållbar utveckling, åtminstone kortsiktigt. Det kan skapa en tryggare social tillvaro i regioner, vilket stöds av Ammenberg (2012) som skriver att själva grunden för den sociala hållbarheten är tillfredställandet av människors behov, utveckling och kultur. Detta kan även härledas till FNs kommission för hållbar utveckling som tar upp att de sociala aspekterna påverkas av människors välfärd och inkomstfördelning i samhället (UNDESA, 2001). Rao et al. (2015) tar upp betydelsen av arbetskraft, både kvantitativt och kvalitativt, då organisationer måste ha tillgång till både arbetskraft och personer med relevant utbildning. Det framgår att ramarna för hållbar utveckling inom logistiklokalisering sträcker sig till transporter, närmiljö och befolkning. Det är inom dessa segment som praktiker och teoretiker kommer överens om att de första stegen för hållbar utveckling inom logistiklokalisering finns.

5.2 Logistiksverksamhetslokalisering med hänsyn till hållbar utveckling

Behovet av logistik ökar ständigt och enligt respondenten för organisation ett kommer hälften av Sveriges befolkning dra sig mot Stockholmsområdet under de kommande 35 åren. respondenten får medhåll av Europeiska parlamentet (2010) och de påpekar vikten av att hitta hållbara lösningar för transporter i urbaniserade områden. I städer bidrar transporterna bland annat till högre utsläpp av farliga substanser och ökat buller (Wu och Dunn, 1995; Enarsson, 2006). I ett globalt perspektiv där flera transportsätt ingår framhålls järnvägs- och sjötransporter som mer hållbara än vägtransporter (Santén, 2013; European Parliament, 2010). Organisation ett framhåller att regioner kan lyfta sitt hållbarhetsperspektiv genom att visa att de har god infrastruktur som är mer miljövänlig än vägtransport, till exempel goda järnvägsförbindelser och tillgång till hamn. För att minska utsläppen från transporter i staden kan logistikparker vara en del i det arbetet. En logistikpark eller CLC är enligt Rao et al. (2015) ett område utanför staden som samlar all logistisk verksamhet. Organisation ett menar att sådana parker gynnar hållbar utveckling genom att minska tunga transporter inne i stadskärnorna. Med hjälp av geografiska informationssystem (GIS) tror både organisation ett och två att fler parametrar för hållbar utveckling kan analyseras. Fraile et al. (2016) tar upp att det är viktigt att titta på nya sätt att beräkna lokaliseringsproblem och att GIS är en lämplig metod där flera parametrar kan analyseras. Organisation ett tar också upp visionen om eldrivna fordon som levererar från logistikparkerna till stadskärnorna, genom flerpartslogistik (FPL) kan utvecklingen för denna typ av verksamhet öka då specialiserade FPL-verksamheter sköter logistiken (Bhatnagar et al., 1999). Bolumole (2001) påpekar den ökade tillgången till kunskap, materiell och transportmedel vid outsourcing till FPL-verksamheter. Organisation två menar att placering och infrastruktur är viktigt vid lokalisering. Genom att tillhandahålla mer hållbara alternativ och utöka den kombinerade trafiken, d.v.s. användandet av flera transportslag i leveranskedjan kan bidra till mer hållbara transporter (Bloomberg et al., 2002). Det mest använda transportsättet är i dagsläget vägtransporter (Lumsden, 2012; Santén, 2013; European Parliament, 2010). Genom att se till att eventuella logistikplaceringar har tillgång till annan typ av infrastruktur så som järnväg och hamn kan uppfyllnaden av EUs strategiska mål för hållbar utveckling och transporter öka (RDS, 2006).

Organisation två påpekar att tillgången till arbetskraft är viktigt för att kunna göra en etablering. Både utbildad personal men även lågutbildad personal är viktigt. Rao et al.

(2015) menar att tillgång till arbetskraft är en ekonomisk fråga inom hållbar utveckling. Rao et al. (2015) menar även att lönenivåerna påverkar placeringen i ett ekonomiskt perspektiv. Organisation två menar att Sveriges lagstiftning aktivt arbetar med att värna om miljö, inom den sociala aspekten menar Rao et al. (2015) att lagar och förordningar måste tas hänsyn till. Chen et al. (2014) påpekar att den sociala aspekten är svår att definiera, det framkommer i intervju svaren att kunskap och medvetenhet om sociala aspekter är bristfällig inom logistiklokalisering.

För att motivera lokalisering av lämpliga platser för logistikverksamheter i ett hållbart perspektiv framgår det att tillgången till hållbar infrastruktur är en av de viktigaste aspekterna för miljö. För att räknas till en hållbar lokalisering bör därför järnvägstransporter och sjötransporter vara i fokus och de vägtransporter som finns bör vara anpassade för att minska utsläppen i närheten av urbana områden. Det framgår även att tillgång på personal, både högutbildad och lågutbildad personal måste finnas att tillgå. Därför bör lokaliseringen ske med hänsyn till efterfrågan på arbetsgivare jämfört med tillgängliga arbetstagare, d.v.s. en icke hållbar lösning är att placera sig där efterfrågan på arbetstagare är högre än antalet tillgängliga arbetstagare. Det som lyfts fram för social hållbarhet är att hänsyn för lokaliseringen bör tas gällande de lagar och förordningar som gäller. Genom insamlad teori och empiri så motiveras hållbar logistiklokalisering genom tillgången till miljövänligare transporter, tillgången till arbetskraft, både utbildad och icke utbildad, och hänsyn till lagar och förordningar.

5.3 Faktorer i en modell för hållbar logistikplacering

Både Terouhid et al. (2012) och Rao et al. (2015) tar upp faktorer för hållbara lokaliseringar. Medan Terouhid et al. (2012) går djupare och ser till mångfald och spatiala skalor håller Rao et al. (2015) sig till mer hårda faktorer som kostnader, miljöskydd och påverkan på människor. Under intervjuerna med organisationerna för regional utveckling framkommer det att deras intresse först och främst är ekonomiskt. Det hållbarhetstänk som de ändå tar upp fokuserar bland annat på tillgången på miljövänligare infrastruktur, utvecklingen av logistikparker för att lyfta ut tunga och bullriga vägtransporter ur urbana områden samt en god personaltillgång. IL tar också upp hållbar infrastruktur som en av deras viktigaste faktorer för hållbar placering av logistikverksamheter. Inom hållbar utveckling för lokalisering anser Rao et al. (2015) att infrastruktur och tillgång till arbetskraft är ekonomiska aspekter medan Santén (2013) och European Parliament (2010) framhäver att olika transportslag inom infrastrukturen har mer eller mindre miljöfördelar och därför kan det argumenteras att infrastruktur visst kan anses som en miljöaspekt. Därefter framhäver Rao et al. (2015) tillgången på personal som en ekonomisk aspekt men där förhållandet till sociala aspekter kan motiveras genom att se till UNDESA (2001) som menar att inkomstfördelningen och välfärden påverkas. Det framgår att den teori som finns på ämnet idag är ekonomiskt styrd även om det bidrar till både social och miljömässig vinst. De typer av hållbara faktorer som har framkommit under studiens gång har samtliga hållit ett ekonomiskt perspektiv, men som går att motivera som miljömässig eller social på något sätt. Den föreliggande studiens syfte är att ta fram de mest hållbara faktorerna för en logistiklokalisering och rangordna dessa med en beslutsanalysmodell. För att lyckas med detta måste avgränsningarna för faktorerna gälla det som framkommit från intervjuer och teori. Inom varje område, ekonomi, socialt och miljö har några faktorer framträtt men dessa är svåra att placera direkt i något fack, utan de har vinster i två eller samtliga aspekter. De faktorer som har trätt fram är:

1. Hållbar infrastruktur och hållbara transportsätt. Genom att verka för att transportera med miljövänligare alternativ och tillgång till kombinerade transporter verkar en region för hållbar infrastruktur och transportsätt.
2. Livscykelperspektiv. Genom att söka lösningar där en part kan använda en annan parts restprodukter finns ett livscykelperspektiv.
3. Omgivningens påverkan. Placeringen ska inte påverka närmiljön negativt genom sin placering, sitt utseende eller negativ påverkan för personer i dess omgivning.

4. Logistikparker. Att hålla tunga transporter utanför urbaniserade områden för att minska buller och utsläpp i direkt närhet av befolkningsmängden samt verka för ett bättre samarbete mellan organisationer som fysiskt befinner sig på samma plats.
5. Arbetskraft. Tillgången på människor kortsiktigt och långsiktigt.
6. Mångfald. Olika typer av kompetenser krävs för olika typer av arbete, därför är tillgången på högutbildad personal lika viktig som tillgången på lågutbildad personal.

5.4 Modell för kriterier inom hållbar utveckling

Här presenteras den AHP-analysmodell som utformades från den teoretiska referensramen.

En analys gjordes för att ta fram en lämplig metod för att undersöka vilken faktor som har störst betydelse för logistiklokaliseringar ur ett hållbart perspektiv. Då faktorerna speglar kriterier för anläggningsplaceringar anser författarna att tyngdpunktsmetoden inte är en lämplig metod att använda. En beslutsorienterad metod som QFD eller AHP ansågs vara en bättre passande metod för undersökningen. Då AHP är en strategisk metod för undersökningar av komplexa situationer, specifikt inom beslutsfattande processer, valdes den metoden för undersökningen. Författarna formulerade en AHP-beslutsmodell för de sex kriterierna hållbar infrastruktur, livscykelperspektiv, omgivningens påverkan, logistikparker, arbetskraft och mångfald. Genom att vikta alla kriterier mot varandra med hänsyn till de tre hållbara aspekterna miljö socialt och ekonomi får de olika kriterierna värden för hur viktiga de är ur varje aspekts synpunkt *tabell 3*.

Tabell 3. De två index för studiens syfte.

Beslutsaspekter:	Beslutskriterier:
Första bedömningsindexet	Andra bedömningsindexet
Miljö	Hållbar infrastruktur Livscykelperspektiv
Socialt	Omgivningens påverkan Logistikparker
Ekonomi	Arbetskraft Mångfald

Vid genomförandet av undersökningen användes programmet Microsoft Excel för uträkningarna och följande områden undersöktes:

1. Den relativa betydelsen för varje bedömningsindex jämfört med det andra första indexet
2. Den relativa betydelsen för varje bedömningsindex jämfört med det andra nästkommande indexet.
3. Analysring av känsligheten hos de studerade indexen

Modellen innehåller två nivåer, första och andra konsekvensindex, vilket förklaras med *figur 4* i teorikapitlet om AHP.

Vid bedömningen av aspekterna valdes en poängskala framtagen av Thomas Saaty för bedömning av mål och kriterier inom AHP, *tabell 4* (Saaty, 1988). Skalans bedömningskriterier beskrivs med en förklarande text för dess betydelse av problemet med en motsvarande poängsumma. Den fullständiga skalan återfinns i *bilaga 2, figur 5*.

Tabell 4. Poängsättning för AHP-process.

Skala	Numerisk gradering
Lika viktig	1
Lika till måttlig	3
Väsentlig eller mycket viktig	5
Övervägande betydelse	7
Extrem betydelse	9
Kompromisstal	2,4,6,8

Poängsättningen diskuterades fram mellan författarna för varje kriterium med, hänsyn till aspekterna, och därefter skapades ömsesidiga matriser utifrån poängsättningen.

Nedan ges en förklaring på tillvägagångssättet för varje matris som skapades för undersökningen.

Då undersökningen bestod av sex olika faktorer som skulle undersökas behövdes 15 jämförelser göras i varje undersökning för att fylla matriserna. Poängsummorna för de parvis jämförda faktorerna ställdes upp i matriser:

$$K \begin{pmatrix} K_{11} & \cdots & K_{13} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ K_{31} & \cdots & K_{33} \end{pmatrix} \quad (3)$$

Summan från varje kolumn i de parvisjämförda matriserna summeras:

$$K_{ij} = \sum_{i=1}^n K_{ij} \quad (4)$$

En prioriterad egenvektor beräknas sedan med hjälp av normalisering av egenvektorena i matriserna. Detta görs genom att dividerar varje element med dess totala kolumnvärde:

$$X_{ij} = \frac{K_{ij}}{\sum_{i=1}^n K_{ij}} \begin{bmatrix} K_{11} & K_{12} & K_{13} \\ K_{21} & K_{22} & K_{23} \\ K_{31} & K_{32} & K_{33} \end{bmatrix} \quad (5)$$

Där efter viktas faktorerna genom att dividera summan av de normaliserade kolumnerna med anatalet faktorer (n) som har använts i undersökningen:

$$W_{ij} = \frac{\sum_{j=1}^n K_{ij}}{n} \begin{bmatrix} W_{11} \\ W_{12} \\ W_{13} \end{bmatrix} \quad (6)$$

Normaliseringen upprepades totalt fem gånger för varje faktor då det minskade felen i beräkningarna avsevärt.

De parvisjämförda matriserna multipliceras med de viktade vektorerna.

$$\begin{bmatrix} K_{11} & K_{12} & K_{13} \\ K_{21} & K_{22} & K_{23} \\ K_{31} & K_{32} & K_{33} \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} W_{11} \\ W_{21} \\ W_{31} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Cv_{11} \\ Cv_{21} \\ Cv_{31} \end{bmatrix} \quad (7)$$

Den totala viktningen av vektorerna divideras med viktningen för faktorerna:

$$Cv_{11} = \frac{1}{W_{11}} [K_{11}W_{11} + K_{12}W_{21} + K_{13}W_{31}] \quad (8)$$

$$Cv_{21} = \frac{1}{W_{21}} [K_{21}W_{11} + K_{22}W_{21} + K_{23}W_{31}] \quad (9)$$

$$Cv_{31} = \frac{1}{W_{31}} [K_{31}W_{11} + K_{32}W_{21} + K_{33}W_{31}] \quad (10)$$

Samma procedur gjordes med aspekterna för att få fram dess prioriterade egenvektorer.

Slutligen multiplicerades varje aspekts prioriterade egenvektor med egenvektorer från de parvisjämförda matriserna för att få fram det slutresultatet för viktningen.

För att kontrollera om bedömningarna av poängsättningen som gjorts var acceptabel behövdes konsekvensration (*CR*) uträknas. För detta beräknades lambda(max) vilket togs fram genom att ta medelvärdet av konsekvensvektorerna:

$$\lambda = \frac{\sum_{i=1}^n Cv_{ij}}{n} \quad (11)$$

Därefter beräknades konsekvensindexet för undersökningen (*CI*):

$$CI = \frac{\lambda - n}{n - 1} \quad (12)$$

CR beräknas genom förhållandet mellan konsekvensindexet och det slumpmässiga konsekvensindexet (*RI*). Saaty (1988) rekommenderar att värdet på *CR* bör hålla sig inom $CR \leq 0,1$. Detta kan ses som en rekommendation och måste inte följas vid undersökningar.

Konsekvensration beräknades genom:

$$C_r = \frac{CI}{RI} \quad (13)$$

Värdet på *RI* valdes till 1,25 då det motsvarar det sammanlagda antalet faktorer i undersökningen *tabell 5*.

Tabell 5. Slumpmässigt konsekvensindex per n-värde.

n=	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
R.I.	0	0	0,52	0,89	1,11	1,25	1,35	1,40	1,45	1,49

I tabell 6-8 finns förklarande bilder på hur poängsättningen utformades i de parvisjämförda matriserna för faktorerna. Till exempel har hållbar infrastruktur fått 3 poäng över livscykelperspektiv inom aspekten miljö, då leder det till att livscykelperspektiv har fått 1/3 över hållbar infrastruktur o.s.v.

Tabell 6. Poängsättningen presenterad i AHP-matrisen för miljö.

Miljö	Infrastruktur	Livscykel	Påverkan	Logistikpark	Arbetskraft	Mångfald
Hållbar infrastruktur	1	3	5	2	7	7
Livscykelperspektiv	1/3	1	5	2	7	7
Omgivningens påv.	1/5	1/5	1	1/3	5	5
Logistikpark	1/2	1/2	3	1	7	7
Arbetskraft	1/7	1/7	1/5	1/7	1	1
Mångfald	1/7	1/7	1/5	1/7	1	1

Tabell 7. Poängsättningen presenterad i AHP-matrisen för socialt.

Socialt	Infrastruktur	Livscykel	Påverkan	Logistikpark	Arbetskraft	Mångfald
Hållbar infrastruktur	1	5	5	3	1/5	1/7
Livscykelperspektiv	1/5	1	1/3	1/5	1/7	1/9
Omgivningens påv.	1/5	3	1	1/5	1/7	1/7
Logistikpark	1/3	5	5	1	1/5	1/3
Arbetskraft	5	7	7	5	1	1/5
Mångfald	7	9	7	3	5	1

Tabell 8. Poängsättningen presenterad i AHP-matrisen för ekonomi.

Ekonomi	Infrastruktur	Livscykel	Påverkan	Logistikpark	Arbetskraft	Mångfald
Hållbar infrastruktur	1	7	7	3	1/5	3
Livscykelperspektiv	1/7	1	1/5	1/7	1/7	1/5
Omgivningens påv.	1/7	5	1	1/3	1/5	1/4
Logistikpark	1/3	7	3	1	1/3	4
Arbetskraft	5	7	5	3	1	7
Mångfald	1/3	5	4	1/4	1/7	1

Tabell 9. Poängsättningen presenterad i AHP-matrisen för de hållbara kriterierna.

Kriterier	Miljö	Social	Ekonomi
Miljö	1	9	9
Social	1/9	1	1/5
Ekonomi	1/9	5	1

I *tabell 9* visas hur de tre hållbara kriterierna viktades mot varandra utifrån Ammenberg (2012) som menar att miljöaspekten är i särklass mest viktig då de andra aspekterna inte kommer till nytta i längden om miljön inte värnas om. Praktiker kan hävda att ekonomi alltid kommer först men för att lyckas med att arbeta hållbart måste alla tre aspekter tas i beaktning. Något som har framträtt i föreliggande rapport är att de miljöfaktorer som träder fram även har ekonomisk vinning om de införs korrekt. Därför går det att hävda att fokus bör i första hand alltid ligga på miljön då det inte bör påverka de kortsiktiga valen allt för mycket. Viktigt att notera är att faktorerna i denna beräkning är tre, vilket gjorde att *RI* valdes till 0.58 då det motsvarar tre faktorer i *tabell 5*.

5.4.1 Resultat av beräkningarna

AHP modellen utfördes på alla kriterier och aspekter som hade tagits fram för undersökningen vilket indikerar den relativa betydelsen för varje kriteriet. I *tabell 10* framgår av kolumnen *resultat* hur viktig varje aspekt är för hållbar utveckling. Dessa siffror baseras på en poängsättning som styrs av Saaty's betygskala (*bilaga 2, figur 5*) med stöd i Ammenberg (2012) påstående om miljömässig hållbarhet. Författarna har valt att basera betygssättningen för aspekterna på Ammenberg (2012) linje, då fokus för föreliggande rapport ser till alternativ styrning mot den mer vanliga ekonomiska styrningen. CR-värdet för resultatet är 25,4 % vilket framgår i *bilaga 2, figur 9*. Enligt Saaty (1987) bör CR-värdet inte överstiga 10 % för att hålla en objektiv bedömning men författarna anser att bedömningen kan bli mer subjektiv om dessa väljer att frångå teorin på denna punkt. Fullständiga uträkningar presenteras i bilaga 2 där CR-värdena för varje aspekt finns presenterad. I *figur 6* finns CR-värdet för aspekten miljö. Denna aspekt är den enda som klarat 10 procentgränsen.

Tabell 10. De hållbara aspekternas vikt mot varandra.

Aspekter	Mål	Alternativ	Viktning alternativ	Viktning kriterie	Resultat
Miljö	0,796828	Infrastruktur	0,796828305	0,385775944	0,307397192
		Livscykel	0,796828305	0,263545886	0,210000822
		Miljöpåverkan	0,796828305	0,094089768	0,074973391
		Logistikpark	0,796828305	0,193538461	0,154216924
		Arbetskraft	0,796828305	0,03152497	0,025119989
		Mångfald	0,796828305	0,03152497	0,025119989
					Summa
Socialt	0,051776	Infrastruktur	0,051776446	0,115714374	0,005991279
		Livscykel	0,051776446	0,023851782	0,00123496
		Miljöpåverkan	0,051776446	0,036268619	0,00187786
		Logistikpark	0,051776446	0,091467585	0,004735867
		Arbetskraft	0,051776446	0,258536734	0,013386113
		Mångfald	0,051776446	0,474160906	0,024550367
					Summa
Ekonomi	0,151395	Infrastruktur	0,151395249	0,230136268	0,034841538
		Livscykel	0,151395249	0,024840419	0,003760721
		Miljöpåverkan	0,151395249	0,053959105	0,008169152
		Logistikpark	0,151395249	0,15379267	0,02328348
		Arbetskraft	0,151395249	0,449729144	0,068086856
		Mångfald	0,151395249	0,087542394	0,013253503
					Summa

Kriteriernas påverkan på varje aspekt summeras till sist och då går det att se vilket kriterium som betyder mest för målet, d.v.s. ekonomisk, miljömässig och social hållbarhet (Hållbar utveckling). Det framkommer då att hållbar infrastruktur är det starkaste kriteriet för att arbeta med hållbar utveckling för logistiklokalisering följt av ett livscykelperspektiv, logistikparker, tillgång på arbetskraft, omgivningens påverkan och mångfald *tabell 11*.

Tabell 11. Kriteriernas vikt mot varandra med hänsyn till hållbar utveckling.

	Miljö	Socialt	Ekonomi	Mål
Hållbar infrastruktur	0,307397	0,00599128	0,034842	0,34823
Livscykelperspektiv	0,210001	0,00123496	0,003761	0,214997
Logistikparker	0,154217	0,00473587	0,023283	0,182236
Arbetskraft	0,02512	0,01338611	0,068087	0,106593
Omgivningens påverkan	0,074973	0,00187786	0,008169	0,08502
Mångfald	0,02512	0,02455037	0,013254	0,062924

6 Slutsats

I slutsatsen sammanfattas analys och diskussion för att besvara syftet. Till sist öppnar författarna upp för fortsatt forskning.

6.1 Syfte och frågeställningar

Syftet med studien har varit att undersöka vilka hållbara faktorer som är viktigast för logistiklokalisering och rangordna dessa. Genom att resultatet baseras på intervjuer utförda med organisationer för regional utveckling har vi valt att kalla det för markägarperspektiv.

Under studiens utförande har det visat sig att faktorer för hållbar logistiklokalisering handlar om tillgänglighet och arbetskraft. I analysen belystes sex kriterier:

- Hållbar infrastruktur
- Livscykelperspektiv
- Påverkan på omgivningen
- Logistikparker
- Arbetskraft
- Mångfald

Dessa kriterier rangordnades och i *tabell 11* på föregående sida presenteras resultatet. Tillgängligheten för alla typer av transporter är viktigt, därför måste infrastrukturen vara utbyggd på ett bra sätt där hållbara transporter utnyttjas till störst del. Livscykelperspektivet utgår från idén om ett större samarbete med att använda resurserna på ett bättre sätt. Påverkan på omgivningen belyser att placering måste ske där omgivningen inte missgynnas miljömässigt eller socialt, utan på en plats där den fördelaktigt kan sammanlänkas med hållbar infrastruktur nära urbana områden. Genom att placera dessa typer av organisationer på samma geografiska punkt vinner hållbarheten fördelar genom att öppna upp för samtransporter i urbaniserade områden men även i större utsträckning genom att ta bort barriärer som geografisk placering. Att placera dessa organisationer i Logistikparker bidrar även till att på sikt dämpa buller och utsläpp i urbaniserade områden då dessa organisationer flyttar ut sin verksamhet. Arbetskraft handlar om att se till hållbar arbetskraftutveckling, att organisationer inte placerar sig i regioner med överexploaterad arbetsmarknad där det är brist på

arbetstagare. Till sist blev mångfalden ett kriterium som i den här studien syftar till mångfald och att utbildningsgraden på arbetskraften ska vara varierad för att lyckas skapa och behålla sociala aspekter. I ett större perspektiv bör denna punkt innefatta etniskt mångfald. Genom att jobba med dessa sex kriterier vid beslutsfattande för lokalisering så anser vi att det är en hållbar lokalisering.

Lärdomar som kan dras av denna studie är att forskningen och användandet av hållbarhet inom logistiklokalisering fortfarande är bristfällig. Både i praktiken och inom forskningen börjar fragment av hållbar utveckling att träda fram men det går ofta att hänvisa dessa aspekter till ekonomisk vinning. Andra lärdomar är att placeringen av logistikverksamheter i ett hållbart perspektiv är att placeringar måste ske utifrån samarbeten och arbetskraftsutveckling i större grad än demografisk mittpunkt som i dagsläget är populärt. Teoretiskt sett tillför denna studie konkreta förslag på områden att jobba inom vid logistiklokaliseringar som både teoretiker och praktiker kan enas om. Praktiska lärdomar har tillförts genom att dessa föreslagna faktorer redan till viss del används som marknadsföring för regioner men ännu inte används som kriterium när placering ska studeras. Denna rapport ger bärighet till denna marknadsföring att användas som kriterium vid lokaliseringar.

6.2 Fortsatt forskning

Fortsatt forskning inom detta ämne anser författarna borde vara att utveckla faktorerna vidare samt dess verkliga inverkan för varje aspekt så att CR-värdet stabiliseras. I dagsläget är den efterforskningen begränsad. Sedan bör dessa aspekter föras in i en lokaliseringsmodell för att ta fram nya riktlinjer för logistiklokalisering med hållbara aspekter. Författarna tycker att sådan forskning kan utföras inom området geografiska informationssystem för att på sikt också gå ifrån statiska deterministiska lokaliseringslösningar.

Referenser

- The United Nations Department of Economic and Social Affairs [UNDESA]. (2001) *Indicators of sustainable development: Guidelines and methodologies. United Nations*. [Homepage of United Nations] [Online] Available: <http://www.un.org/esa/sustdev/publications/indisd-mg2001.pdf> [2016, 04/14].
- Aguarón J och Moreno-Jiménez J.M (2003) The geometric consistency index: Approximated thresholds. *European Journal of Operational Research*, 147(1): 137 – 145.
- Andersen E.S, Schwencke E, Franzén T och Vrang F (2013) *Projektarbete: en vägledning för studenter*, 1a uppl. Lund: Studentlitteratur.
- Benjamin C.O, Chi S, Gaber T och Riordan C.A (1995) Comparing BP and ART II neural network classifiers for facility location. *Computers & Industrial Engineering*, 28(1): 43 - 50.
- Bhatnagar R, Sohal A.S och Millen R (1999) Third party logistics services: a Singapore perspective. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 29(9): 569 - 587.
- Biggam J (2015) *Succeeding with Your Master's Dissertation: A Step-by-step Handbook*, 3e uppl. Berkshire, England: Open University Press.
- Bjereld U, Demker M och Hinnfors J (2009) *Varför vetenskap?: om vikten av problem och teori i forskningsprocessen*, 3e omarb. uppl. Lund: Studentlitteratur.
- Bjørnland D, Persson G, Virum H och Hultkrantz O (2003) *Logistik för konkurrenskraft: ett ledaransvar*, 1 uppl. Malmö: Liber ekonomi.
- Bloomberg D.J, LeMay S. A och Hanna J.B (2002) *Logistics*, 1a uppl. Upper Saddle River, N.J: Prentice Hall.
- Bolumole Y.A (2001) The supply chain role of third-party logistics providers. *The International Journal of Logistics Management*, 12(2): 87 - 102.
- Carmone Jr F.J, Kara A. och Zanakis S.H (1997) A Monte Carlo investigation of incomplete pairwise comparison matrices in AHP. *European Journal of Operational Research*, 102(3) 538 - 553.
- Chen L, Olhager J och Tang O (2014) Manufacturing facility location and sustainability: A literature review and research agenda. *International Journal of Production Economics*, 149(1) 154 - 163.

- Christopher M (2011) *Logistics & supply chain management*, 4e uppl. Harlow: Financial Times Prentice Hall.
- Current J, Ratick S och ReVelle C (1998) Dynamic facility location when the total number of facilities is uncertain: A decision analysis approach. *European Journal of Operational Research*, 110(3): 597 - 609.
- Current J, Min H och Schilling D (1990) Multiobjective analysis of facility location decisions. *European Journal of Operational Research*, 49(3): 295 - 307.
- Dou Y och Sarkis J (2010) A joint location and outsourcing sustainability analysis for a strategic offshoring decision. *International Journal of Production Research*, 48(2): 567 - 592.
- Drezner Z och Hamacher H.W (2001) *Facility location: applications and theory*, 1a uppl. Springer Science & Business Media.
- Drezner T, Drezner Z och Salhi S (2002) Solving the multiple competitive facilities location problem. *European Journal of Operational Research*, 142(1): 138 - 151.
- Ejvegård R (2009) *Vetenskaplig metod*, 4e uppl. Lund: Studentlitteratur.
- Enarsson L (2006) *Future logistics challenges*, 1a uppl. Copenhagen: Copenhagen Business School Press.
- Farahani R.Z, SteadieSeifi M och Asgari N (2010) Multiple criteria facility location problems: A survey. *Applied Mathematical Modelling*, 34(7): 1689 - 1709.
- Fink A (2014) *Conducting research literature reviews: from the internet to paper*, 4e uppl. Thousand Oaks: SAGE.
- Fotheringham A.S, Densham P.J och Curtis A (1995) The Zone Definition Problem in Location-Allocation Modeling. *Geographical Analysis*, 27(1): 60 - 77.
- Fraile A, Larrodé E, Alberto Magreñán Á och Sicilia J.A (2016) Decision model for siting transport and logistic facilities in urban environments: A methodological approach. *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 291(1): 478 - 487.
- Golinska P och Hajdul M (2012) European Union Policy for Sustainable Transport System: Challenges and Limitations. *Sustainable Transport* Springer: 3 - 19.
- Hakimi S.L (1964) Optimum Locations of Switching Centers and the Absolute Centers and Medians of a Graph. *Operations research*, 12(3): 450 - 459.
- Hedbrant J och Sörme L (2001) Data Vagueness and Uncertainties in Urban Heavy-Metal Data Collection. *Water, Air and Soil Pollution: Focus*, 1(3): 43 - 53.

- Holmberg K., Rönnqvist M och Yuan D (1999) An exact algorithm for the capacitated facility location problems with single sourcing. *European Journal of Operational Research*, 113(3): 544 - 559.
- Intelligent Logistik (u.å.) *Logistiklägen* [Hemsida för Intelligent Logistik][Online]. Tillgänglig: <http://intelligentlogistik.com/category/logistiklagen/> [2016, 05/18].
- Jacobsen D.I, Sandin G och Hellström C (2002) *Vad, hur och varför: om metodval i företagsekonomi och andra samhällsvetenskapliga ämnen*, 1a uppl. Lund: Studentlitteratur.
- Klose A och Drexl A (2005) Facility location models for distribution system design. *European Journal of Operational Research*, 162(1): 4 - 29.
- Kuhn H.W (1982) Nonlinear programming: a historical view. *ACM SIGMAP Bulletin*, 31(1): 6 - 18.
- Lambert D.M och Stock J.R (1993) *Strategic logistics management*, 3e uppl. Homewood, Ill: Irwin.
- Lumsden K (2012) *Logistikens grunder*, 3e utök. Och uppd. uppl. Lund: Studentlitteratur.
- Merriam S.B och Nilsson B (1994) *Fallstudien som forskningsmetod*, 1a uppl. Lund: Studentlitteratur.
- Oskarsson B, Aronsson H och Ekdahl B (2006) *Modern logistik: för ökad lönsamhet*, 3e omarb. uppl. Malmö: Liber.
- Owen S.H och Daskin M.S (1998) Strategic facility location: A review. *European Journal of Operational Research*, 111(3): 423 - 447.
- Pao-Tiao C (2002) A QFD approach for distribution's location model. *Int J Qual & Reliability Mgmt*, 19(8): 1037 - 1054.
- Rao C, Goh M, Zhao Y och Zheng J (2015) Location selection of city logistics centers under sustainability. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 36(1): 29 - 44.
- RDS (2006) COUNCIL OF THE EUROPEAN UNION, Review of the EU Sustainable Development Strategy - Renewed Strategy.
- Regmi M.B och Hanaoka S (2012) Location analysis of logistics centres in Laos. *International Journal Of Logistics Research And Applications*, 16(2): 227 - 242.
- ReVelle C.S och Eiselt H.A (2005) Location analysis: A synthesis and survey. *European Journal of Operational Research*, 165(1): 1 - 19.

- Saaty T.L (2008) Decision making with the analytic hierarchy process. *International Journal of Services Sciences*, 1(1): 83 - 98.
- Saaty T.L (1994) How to make a decision: the analytic hierarchy process. *Interfaces*, 24(6): 19 - 43.
- Saaty T.L (1990) *Decision making for leaders: the analytic hierarchy process for decisions in a complex world*, 1a uppl. Pittsburgh, PA. ECONIS.
- Saaty T.L. (1988) *What is the analytic hierarchy process?* 1a uppl. Springer Berlin Heidelberg.
- Saaty T.L (1986) Axiomatic foundation of the analytic hierarchy process. *Management science*, 32(7): 841 - 855.
- Saaty T.L och Vargas L.G (2013) *The Logic of Priorities: Applications of Business, Energy, Health and Transportation*, 1a uppl. Springer Science & Business Media.
- Saaty R.W (1987) The analytic hierarchy process—what it is and how it is used *Mathematical Modelling*, 9(3): 161 - 176.
- Santén, V (2013) Exploring logistics actions enabling environmentally sustainable freight transport. Göteborg: Chalmers University of Technology
- Sarkis J (2001) Manufacturing's role in corporate environmental sustainability-Concerns for the new millennium. *International Journal of Operations & Production Management*, 21(5/6): 666 - 686.
- Skjoett-Larsen T (2000) Third party logistics-from an interorganizational point of view. *International journal of physical distribution & logistics management*, 30(2): 112 - 127.
- Terouhid S.A, Ries R, Fard M.M (2012) Towards Sustainable Facility Location – A Literature Review. *Journal of Sustainable Development*, 5(7): 18 - 34.
- Tombak M.M (1995) Multinational plant location as a game of timing. *European Journal of Operational Research*, 86(3): 434 - 451.
- Vaidya O.S och Kumar S (2006) Analytic hierarchy process: An overview of applications. *European Journal of Operational Research*, 169(1): 1 - 29.
- Walliman N (2011) *Your research project: designing and planning your work*, 3e uppl. London: Thousand Oaks, Calif.
- WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT (1987) *Our common future*. Oxford, Oxford University Press.

- Wu H och Dunn S.C (1995) Environmentally responsible logistics systems. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 25(2): 20 - 38.
- Xifeng T, Ji Z och Peng X (2013) A multi-objective optimization model for sustainable logistics facility location. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 22(1): 45 - 48.
- Yang J och Lee H (1997) An AHP decision model for facility location selection *Facilities*, 15(9): 241 - 254.

Bilagor

I bilagorna presenteras sådant som kan anses viktigt för rapporten, men som nödvändigtvis inte behöver presenteras där i.

1 Intervjufrågor

1.1 Organisation ett

1. Berätta vad du jobbar med
2. Berätta om organisationen – vad arbetar ni med?
3. Hur marknadsför ni regionen?
4. Vilka är de vanligaste kraven eller önskemålen en potentiell kund har på markägaren och platsen för den potentiella etableringen?
5. Hur jobbar ni med frågor om hållbarhet inom etablering av logistikverksamheter?
 - social hållbarhet
 - ekologisk hållbarhet
 - ekonomisk hållbarhet
6. Hur vill ni jobba med dessa faktorer i framtiden?
7. Hur ser era potentiella kunder på hållbara faktorer? Verkar det som det är viktiga aspekter för dem?
8. På vilket sätt är ni delaktiga då företag söker logistiklägen?
9. Berätta om en etablering där ni har deltagit, hur gick processen till?
10. Berätta om Tolvfors – Vad är bakgrunden och vad är visionen?
11. Berätta om Ersbo – Hur skiljer sig det från etableringen i Tolvfors?
12. Vad är syftet med Tolvfors resp. Ersbo?
13. Har ni några nya projekt på gång?
14. Hur ser beslutsvägarna ut?
15. Hur skiljer sig Gävles sätt att marknadsföra sig inom logistik jämfört med andra städer nationellt sett?
 - Positiva
 - Negativa
16. Hur skiljer sig Gävle från övriga Sverige?
17. Vad tror du är viktigt för att öka konkurrenskraften för Gävle som logistiknav?

1.2 Organisation två

1. Berätta vad du jobbar med och Berätta om organisationen - vad arbetar ni med?
2. Hur marknadsför ni er mot potentiella kunder?
3. Vilka är de vanligaste kraven eller önskemålen en potentiell kund har på markägaren och platsen för den potentiella etableringen?
4. Hur jobbar ni med frågor om hållbarhet?
 - Social hållbarhet
 - Ekologisk hållbarhet
 - Ekonomisk hållbarhet
5. Hur vill ni jobba med dessa faktorer i framtiden?
6. Berätta om Tolvfors
7. Berätta om Ersbo
8. Har ni några projekt på gång?
9. Vad tror du är viktigt för att öka konkurrenskraften för Gävle som logistiknav?

TABLE I
Scale of Relative Importance

Intensity of Relative Importance	Definition	Explanation
1	Equal importance	Two activities contribute equally to the objective.
3	Moderate importance of one over another	Experience and judgment slightly favor one activity over another.
5	Essential or strong importance	Experience and judgment strongly favor one activity over another.
7	Demonstrated importance	An activity is strongly favored and its dominance is demonstrated in practice.
9	Extreme importance	The evidence favoring one activity over another is of the highest possible order of affirmation.
2, 4, 6, 8	Intermediate values between the two adjacent judgments	When compromise is needed.
Reciprocals of above non-zero numbers	If an activity has one of the above numbers assigned to it when compared with a second activity, then the second activity has the reciprocal value when compared to the first.	
Rationals	Ratios arising from the scale	If consistency were to be forced by obtaining n numerical values to span the matrix.

REMARK. When only two objects are compared it may be desirable to expand the interval 1, 2 (from equal to slight importance) by inserting the values, 1.1, 1.2, . . . , 1.9, starting with 1.1 as very slight, 1.2 as slight, 1.3 as moderate, etc.

Figur 5. Saaty's betygskala (Saaty, 1987)

Steg 1: Parvisjämförelse av miljö								Prioritet	
Matris 1	Miljö	Infrastruktur	Livscykel	Miljöpåverkan	Logistikpark	Arbetskraft	Mångfald		
	Infrastruktur	1	3	5	2	7	7	0,38578	
	Livscykel	1/3	1	5	2	7	7	0,26355	
	Miljöpåverkan	1/5	1/5	1	1/3	5	5	0,09409	
	Logistikpark	1/2	1/2	3	1	7	7	0,19354	
	Arbetskraft	1/7	1/7	1/5	1/7	1	1	0,03152	
	Mångfald	1/7	1/7	1/5	1/7	1	1	0,03152	
CI:	0,08327802	CR:	0,06673453				SUM:	1,00000	
Steg 2: Uträkning av prioritet (d.v.s., normaliserade egenvektorer)								Normaliserade egenvektorer	
Matris 2	Miljö	Infrastruktur	Livscykel	Miljöpåverkan	Logistikpark	Arbetskraft	Mångfald	Egenvektorer	
	Infrastruktur	6,000	10,000	33,800	13,667	81,000	81,000	225,467	0,380698
	Livscykel	4,667	6,000	20,467	8,333	62,333	62,333	164,133	0,370154
	Miljöpåverkan	2,062	2,595	6,000	2,895	20,133	20,133	53,819	0,121373
	Logistikpark	3,767	5,100	13,800	6,000	43,000	43,000	114,667	0,258597
	Arbetskraft	0,588	0,969	2,457	1,067	6,000	6,000	17,080	0,038519
	Mångfald	0,588	0,969	2,457	1,067	6,000	6,000	17,080	0,038519
Matris 3	Miljö	Infrastruktur	Livscykel	Miljöpåverkan	Logistikpark	Arbetskraft	Mångfald		
	Infrastruktur	299,031	434,328	1196,924	517,992	3349,507	3349,507	9147,288	0,386092
	Livscykel	202,846	299,031	824,657	356,011	2270,396	2270,396	6223,337	0,262677
	Miljöpåverkan	71,421	105,529	297,703	127,500	815,679	815,679	2233,512	0,094273
	Logistikpark	147,990	217,978	608,608	261,665	1674,840	1674,840	4585,921	0,193564
	Arbetskraft	24,181	35,127	98,634	42,416	275,309	275,309	750,976	0,031697
	Mångfald	24,181	35,127	98,634	42,416	275,309	275,309	750,976	0,031697
Matris 4	Miljö	Infrastruktur	Livscykel	Miljöpåverkan	Logistikpark	Arbetskraft	Mångfald		
	Infrastruktur	501654,787	734294,387	2048418,629	881817,210	5675858,399	5675858,399	15517901,811	0,385777
	Livscykel	342700,315	501654,787	1399437,814	602434,213	3877388,688	3877388,688	10601004,505	0,263543
	Miljöpåverkan	122342,446	179090,281	499642,028	215080,696	1384316,831	1384316,831	3784789,114	0,09409
	Logistikpark	251660,058	368386,474	1027716,288	442407,400	2847460,360	2847460,360	7785090,941	0,193538
	Arbetskraft	40992,690	60002,986	167398,907	72061,247	463831,806	463831,806	1268119,444	0,031526
	Mångfald	40992,690	60002,986	167398,907	72061,247	463831,806	463831,806	1268119,444	0,031526
Matris 5	Miljö	Infrastruktur	Livscykel	Miljöpåverkan	Logistikpark	Arbetskraft	Mångfald		
	Infrastruktur	1441164568791,610	2109562893508,360	5885197276461,450	2533448522224,070	16306353527075,800	16306353527075,800	44582080315137,200	0,385776
	Livscykel	984542968089,155	1441164568791,610	4020519047266,470	1730745386983,360	11139814318340,500	11139814318340,500	30456600607811,600	0,263546
	Miljöpåverkan	351496359825,921	514517005722,986	1435384597400,000	617901629147,128	3977078008188,510	3977078008188,510	10873455608473,100	0,09409
	Logistikpark	723012350962,152	1058338555830,800	2952522159783,220	1270996119330,560	8180672256860,090	8180672256860,090	22366213699626,900	0,193538
	Arbetskraft	117769578060,393	172389980480,064	480928560045,466	207029211095,238	1332528163669,080	1332528163669,080	3643173657019,320	0,031525
	Mångfald	117769578060,393	172389980480,064	480928560045,466	207029211095,238	1332528163669,080	1332528163669,080	3643173657019,320	0,031525
Steg 3: Uträkning av konsekvensindex (CI)									
Uträkning av den viktade ratingen för varje rad i matris 1									
Row 1:	2,475								
Row 2:	1,691								
Row 3:	0,604								
Row 4:	1,242								
Row 5:	0,202								
Row 6:	0,202								
Approximation av lambda(max)									
Row 1:	6,416								
Row 2:	6,416								
Row 3:	6,416								
Row 4:	6,416								
Row 5:	6,416								
Row 6:	6,416								
Average:	6,416								
Uträkning av konsekvensindex (CI)									
CI = (Lambda(max) - n) / (n-1), där n är antalet element som jämfördes i matris 1.									
CI =	0,083								
Steg 4: Uträkning av konsekvensratio(CR)									
CR =	0,067								

Figur 6. Faksimil av AHP-processen för miljö.

Steg 1: Parvisjämförelse av socialt									
								Prioritet	
Matris 1	Socialt	Infrastruktur	Livscykel	Miljöpåverkan	Logistikpark	Arbetskraft	Mångfald		
	Infrastruktur	1	5	5	3	1/5	1/7	0,11571	
	Livscykel	1/5	1	1/3	1/5	1/7	1/9	0,02385	
	Miljöpåverkan	1/5	3	1	1/5	1/7	1/7	0,03627	
	Logistikpark	1/3	5	5	1	1/5	1/3	0,09147	
	Arbetskraft	5	7	7	5	1	1/5	0,25854	
	Mångfald	7	9	7	3	5	1	0,47416	
	CI:	0,20028186	CR:	0,16049512			SUM:	1,00000	
Steg 2: Uträkning av prioritet (d.v.s., normaliserade egenvektorer)									
								Normaliserade egenvektorer	
Matris 2	Socialt	Infrastruktur	Livscykel	Miljöpåverkan	Logistikpark	Arbetskraft	Mångfald	Egenvektorer	
	Infrastruktur	6,000	42,686	29,067	9,429	3,143	2,596	92,919	0,12345
	Livscykel	2,025	36,000	4,444	2,114	0,969	0,394	15,947	0,119966
	Miljöpåverkan	2,781	10,286	6,000	2,743	1,509	0,743	24,061	0,181009
	Logistikpark	6,000	31,067	17,067	6,000	3,562	2,024	65,719	0,494402
	Arbetskraft	15,867	86,800	67,733	28,400	6,000	4,559	209,359	1,57499
	Mångfald	43,200	124,000	102,000	55,200	14,286	6,000	344,686	2,593045
Matris 3	Socialt	Infrastruktur	Livscykel	Miljöpåverkan	Logistikpark	Arbetskraft	Mångfald		
	Infrastruktur	421,855	1698,763	1177,051	515,650	193,584	102,954	4109,858	0,11444
	Livscykel	81,729	366,766	254,067	105,904	37,851	21,979	868,297	0,024178
	Miljöpåverkan	126,689	550,405	387,311	164,731	57,191	32,610	1318,937	0,036726
	Logistikpark	326,342	1364,622	964,995	417,957	146,363	81,008	3301,286	0,091925
	Arbetskraft	921,905	3863,142	2609,453	1111,345	438,430	237,858	9182,131	0,255678
	Mångfald	1611,073	7336,046	4940,490	2017,371	777,834	449,569	17132,383	0,477054
Matris 4	Socialt	Infrastruktur	Livscykel	Miljöpåverkan	Logistikpark	Arbetskraft	Mångfald		
	Infrastruktur	978530,005	4194323,491	2895422,661	1229687,985	453707,728	253255,353	10004927,223	0,115688
	Livscykel	201506,695	865178,646	597340,700	253507,489	93425,917	52224,130	2063183,577	0,023857
	Miljöpåverkan	306516,904	1315224,648	908280,990	385615,722	142059,164	79379,269	3137076,698	0,036274
	Logistikpark	773290,905	3316063,713	2290051,363	972532,531	358369,974	200150,208	7910458,694	0,09147
	Arbetskraft	2185303,519	9374440,255	6468933,212	2745949,437	1013821,763	566162,521	22354610,707	0,258489
	Mångfald	4004839,445	17202601,814	11871231,122	5036082,861	1858090,911	1038766,214	41011612,368	0,474222
Matris 5	Socialt	Infrastruktur	Livscykel	Miljöpåverkan	Logistikpark	Arbetskraft	Mångfald		
	Infrastruktur	5646843882646,890	24228872445137,900	16726061908709,300	7100284496520,040	2618379958280,080	1462767111095,750	57783209802390,000	0,115714
	Livscykel	1163962935576,980	4994209141654,540	3447682577239,200	1463555763003,520	539716855519,132	301514810193,262	11910642083186,600	0,023852
	Miljöpåverkan	1769902786625,490	7594110283595,610	5242488262872,330	2225458573630,130	820684462622,153	458478334501,886	18111122703847,600	0,036269
	Logistikpark	4463604020134,210	19151953792229,300	13221284200554,000	5612491711952,350	2069724155447,390	1156258715329,900	45675316595647,100	0,091468
	Arbetskraft	12616550906598,600	54133759059035,900	37370477763219,000	15863924462593,100	5850157851051,440	3268211721296,260	129103081763794,000	0,258537
	Mångfald	23138969601617,900	99282267105274,600	68538118891537,100	29094715522977,200	10729288582220,200	5993957297196,150	236777317000823,000	0,474161
Steg 3: Uträkning av konsekvensindex (CI)									
Uträkning av den viktade ratingen för varje rad i matris 1									
	Row 1:		0,810						
	Row 2:		0,167						
	Row 3:		0,254						
	Row 4:		0,640						
	Row 5:		1,810						
	Row 6:		3,320						
Approximation av lambda(max)									
	Row 1:		7,001						
	Row 2:		7,001						
	Row 3:		7,001						
	Row 4:		7,001						
	Row 5:		7,001						
	Row 6:		7,001						
	Average:		7,001						
Uträkning av konsekvensindex (CI)									
CI = (Lambda(max) - n) / (n-1), där n är antalet element som jämfördes i matris 1.									
	CI =		0,200						
Steg 4: Uträkning av konsekvensratio(CR)									
	CR =		0,160						

Figur 7. Faksimil av AHP-processen för socialt.

Steg 1: Parvisjämförelse av ekonomi								Prioritet
Matrix 1	Ekonomi	Infrastruktur	Livscykel	Miljöpåverkan	Logistikpark	Arbetskraft	Mångfald	
	Infrastruktur	1	7	7	3	1/5	3	0,23014
	Livscykel	1/7	1	1/5	1/7	1/7	1/5	0,02484
	Miljöpåverkan	1/7	5	1	1/3	1/5	1/4	0,05396
	Logistikpark	1/3	7	3	1	1/3	4	0,15379
	Arbetskraft	5	7	5	3	1	7	0,44973
	Mångfald	1/3	5	4	1/4	1/7	1	0,08754
CI:	0,186729674	CR:	0,149635127			SUM:	1,00000	
Steg 2: Uträkning av prioritet (d.v.s., normaliserade egenvektorer)								Normaliserade egenvektorer
Matrix 2	Ekonomi	Infrastruktur	Livscykel	Miljöpåverkan	Logistikpark	Arbetskraft	Mångfald	Egenvektorer
	Infrastruktur	6,000	86,400	37,400	10,683	4,229	22,550	167,262
	Livscykel	1,143	6,000	3,343	1,260	0,430	2,450	14,626
	Miljöpåverkan	2,194	15,983	6,000	2,472	1,290	4,662	32,601
	Logistikpark	5,095	53,667	27,400	6,000	2,905	13,483	108,550
	Arbetskraft	15,048	130,000	83,400	25,417	6,000	43,650	303,514
	Mångfald	2,750	35,083	12,798	3,976	1,950	6,000	62,557
Matrix 3	Ekonomi	Infrastruktur	Livscykel	Miljöpåverkan	Logistikpark	Arbetskraft	Mångfald	
	Infrastruktur	396,892	3548,759	1671,595	526,616	211,175	985,259	7340,296
	Livscykel	40,683	397,683	184,624	56,270	22,746	106,528	808,535
	Miljöpåverkan	89,422	845,279	406,456	124,556	47,907	234,213	1747,834
	Logistikpark	263,393	2372,831	1113,574	353,204	141,135	662,710	4906,846
	Arbetskraft	761,701	7088,540	3253,185	1009,224	422,098	1913,128	14447,876
	Mångfald	150,781	1330,038	645,278	202,480	78,186	382,358	2789,120
Matrix 4	Ekonomi	Infrastruktur	Livscykel	Miljöpåverkan	Logistikpark	Arbetskraft	Mångfald	
	Infrastruktur	899492,235	8289645,829	3907242,179	1215527,482	485108,214	2290313,517	17087329,456
	Livscykel	97044,136	895024,696	421866,110	131198,240	52353,256	247227,172	1844713,610
	Miljöpåverkan	210838,657	1943715,629	916429,340	285048,132	113695,382	537097,888	4006825,028
	Logistikpark	601108,274	5539595,098	2611074,763	812304,063	324178,722	1530569,785	11418830,705
	Arbetskraft	1757400,806	16203248,212	7635756,332	2375025,543	948120,782	4475390,608	33394942,284
	Mångfald	342194,258	3152685,595	1486436,229	462462,333	184481,562	871340,316	6499600,292
Matrix 5	Ekonomi	Infrastruktur	Livscykel	Miljöpåverkan	Logistikpark	Arbetskraft	Mångfald	
	Infrastruktur	4804270819345,270	44284974792903,000	20874772245382,200	6493402604733,430	2591086353248,580	12235257325171,900	91283764140784,400
	Livscykel	518562750072,959	4780025950183,920	2253178554871,620	700884064785,595	279676335803,093	1320647652557,380	9852975308274,570
	Miljöpåverkan	1126437629930,490	10383315818993,100	4894422156184,490	1522481457944,480	607521340989,413	2868750553350,710	21402928957392,700
	Logistikpark	3210539774335,150	29594225157992,900	13949939307272,500	4339332248962,040	1731539725015,760	8176429198693,940	61002005412272,300
	Arbetskraft	9388439913369,390	86541092214951,300	40793194245187,700	12689318263327,000	5063465412705,970	23909972096596,700	178385482146138,000
	Mångfald	1827514578341,590	16845726664284,500	7940632608960,130	2470049725318,200	985633008910,446	4654215304292,670	34723771890107,500
Steg 3: Uträkning av konsekvensindex (CI)								
Uträkning av den viktade ranking för varje rad i matris 1								
Row 1:		1,596						
Row 2:		0,172						
Row 3:		0,374						
Row 4:		1,066						
Row 5:		3,118						
Row 6:		0,607						
Approximation av lambda(max)								
Row 1:		6,934						
Row 2:		6,934						
Row 3:		6,934						
Row 4:		6,934						
Row 5:		6,934						
Row 6:		6,934						
Average:		6,934						
Uträkning av konsekvensindex (CI)								
CI = (Lambda(max) - n) / (n-1), där n är antalet element som jämfördes i matris 1.								
CI =		0,187						
Steg 4: Uträkning av konsekvensratio(CR)								
CR =		0,150						

Figur 8. Faksimil av AHP-processen för ekonomi.

					Prioritet		
Matris 1	Kriterier	Miljö	Social	Ekonomi			
	Miljö	1	9	9	0,79683		
	Social	1/9	1	1/5	0,05178		
	Ekonomi	1/9	5	1	0,15140		
CI:	0,14739	CR:	0,254120254	Summa:	1,00000		
Matris 2	Kriterier	Miljö	Social	Ekonomi	Egenvektorer	Normaliserade egenvektorer	
	Miljö	3,00	63,00	19,80	85,80	0,815417	
	Social	0,24	3,00	1,40	4,64	0,044139	
	Ekonomi	0,78	11,00	3,00	14,78	0,140444	
Matris 3	Kriterier	Miljö	Social	Ekonomi			
	Miljö	39,80	595,80	207,00	842,60	0,794642	
	Social	2,56	39,80	13,24	55,60	0,052431	
	Ekonomi	7,36	115,00	39,80	162,16	0,152926	
Matris 4	Kriterier	Miljö	Social	Ekonomi			
	Miljö	4629,24	71230,68	24365,59	100225,51	0,796809	
	Social	300,81	4629,24	1582,90	6512,95	0,051779	
	Ekonomi	879,39	13536,44	4629,24	19045,07	0,151411	
Matris 5	Kriterier	Miljö	Social	Ekonomi			
	Miljö	64283633,02	989311200,34	338339674,51	1391934507,87	0,796828	
	Social	4177033,02	64283633,02	21984693,34	90445359,38	0,051776	
	Ekonomi	12213718,52	187966485,84	64283633,02	264463837,39	0,151395	
Den viktade ratingen för varje rad i matris 1							
	Row 1:	2,63					
	Row 2:	0,17					
	Row 3:	0,50					
Approximationen av lambda(max)							
	Row 1:	3,294779498					
	Row 2:	3,294779507					
	Row 3:	3,294779478					
	Average:	3,294779494					
Uträkning av konsekvensindex (CI)							
	CI = (Lambda(max) - n) / (n-1), where n is the number of elements that we compared in matrix 1.						
	CI =	0,147389747					
Uträkning av konsekvensratio (CR)							
	CR =	0,254120254					

Figur 9. Faksimil av AHP-processen för de hållbara faktorerna.