

STEN TERNBLOD OCH GUSTAF SALOMONSSON



Sten Ternblad och Gustaf Salomonsson

VindLog 2020

Vindkraftsutbyggandets logistiska utmaningar

Bild/Cover: Vindkraftverkskomponenter som mellanlagras i

Gävle hamn. Fotograf: Mattias Jähder

Titel	VindLog 2020 - Vindkraftsutbyggandets logistiska utmaningar
Title	WindLog 2020 - Logistical Challenges of Wind Power Expansion
Rapportnr/Report no	FOI-R--3731--SE
Månad/Month	Mars
Utgivningsår/Year	2014
Antal sidor/Pages	62 p
ISSN	1650-1942
Kund/Customer	Energimyndigheten/Söderhamns kommun
Forskningsområde	5. Krisberedskap och samhällssäkerhet
Projektnr/Project no	B1028
Godkänd av/Approved by	Maria Lignell Jakobsson
Ansvarig avdelning	Försvarsanalys

Sammanfattning

I denna studie som finansierats av Energimyndigheten och Södra Norrlands vindkraftcentrum har vi undersökt de logistiska utmaningar som följer av en storskalig utbyggnad av vindkraft. Vi har använt SCOR – världsstandard för försörjningskedjor – i vårt arbete för kartläggning av försörjningskedjorna vid utbyggnad av vindkraft och visat hur en konceptuell modell för analys baserad på SCOR kan fungera som verktyg för att analysera de försörjningskedjor som hänger samman med en storskalig utbyggnad av vindkraft.

Försörjningskedjor omfattar såväl informationsflöden som fysiska flöden. När vi kartlagt informationsflödet utifrån ett intressent-perspektiv baserat på aktörer i de olika tillståndprocesserna fann vi att spridningen av information längre ner i kedjan var bristfällig. Aktörer kan inte använda den informationen för sina beslut om kapacitetsinvesteringar.

Det finns infrastruktur och resurser för fysiska flöden som kan stödja en ganska omfattande utbyggnad. Utan synkronisering finns dock en uppenbar risk att såväl infrastruktur som resurser som krävs för utbygganden kommer att användas på ett icke optimalt sätt och i värsta fall reducera önskvärd utbyggnadstakt.

Vi har på en konceptuell nivå funnit att med hjälp av SCOR går det att modellera materialflödena vid en utbyggnad av vindkraften och det är det vi använt oss av i denna studie.

Nyckelord: vindkraft, logistik, SCOR

Summary

This study about logistical challenges associated with large scale development of wind power has been financed by Swedish Energy Agency and Södra Norrlands Vindkraftcentrum. We have used SCOR - the world standard for supply chains – to map supply chains for development of wind power. By using SCOR-methodology in our study, we have developed a conceptual model and shown how it can be used for analyzing supply chains for large scale wind power expansion.

Supply chains include flows of information and goods. When we mapped the flow of information from a stakeholder's perspective we've found that information is not effectively spread downstream the chain to other stakeholders, nor is the content needed in the early phases particularly useful for stakeholders downstream for their decision-making regarding investments in capacity for the physical flow of goods.

The existing infrastructure and resources can sustain a substantial flow of goods in support of an expansion of wind power. However, there is an apparent risk that without synchronization between the stakeholders in terms of information, infrastructure and the resources needed for transportation of goods, there will be a less than optimal usage and thereby impose a limitation on the expansion.

We have on a conceptual level found that by using SCOR it's possible to model the flow of goods associated with a development of wind power, and we have used that in this study.

Förord

Detta projekt hade inte varit möjligt att genomföra utan det stöd vi erhållit från Energimyndigheten och Södra Norrlands vindkraftcentrum såväl ekonomiskt som kompetensmässigt och med kontakter.

Vi vill också passa på att tacka vår kollega, numera nyblivne pensionären, Björn Backström, som var starkt bidragande till projektet. Tack Björn för din insats och hoppas att du får en skön pension.

Slutligen vill vi tacka alla dem som vi intervjuat och som delat med sig av sin kunskap inom ett spännande och viktigt område: vindkraftens utbyggnad och de logistiska utmaningar som denna medför.

Innehållsförteckning

1	Inledning	9
1.1	Bakgrund	9
1.2	Rapportens disposition och läsanvisningar	11
2	Problembeskrivning	13
2.1	Inledning	13
2.2	Systembeskrivning	14
3	Informationsflöde	15
3.1	Inledning	16
3.2	Miljöprövning	17
3.2.1	Bakgrund	18
3.2.2	Förberedelser och samråd	20
3.2.3	Prövning och överklagan	21
3.3	Ansökan om elanslutning	21
3.4	Transportdispenser	22
3.5	Synkronisering av informationsflödet	23
3.6	Förutsättningar för aktörer att dra nytta av information som finns i tidigare processteg	24
4	Materialflöde	28
4.1	Inledning	28
4.2	Ett megatonprojekt – Några storheter kring transportbehoven	29
4.3	Transportstrukturen från fabrik till vindpark	31
4.3.1	Hamnkapacitet	31
4.3.2	Landsvägstransporter	34
4.4	Utrustning och maskiner	36
4.5	Slutsatser	37
4.6	Risker i försörjningskedjorna	38
5	Syntes	41

6	SCOR – Ett verktyg för analys och modellering av försörjningskedjor	44
6.1	Vad är SCOR?	44
6.2	Ett modellkoncept för vindkraftsutbyggnad – resultat från arbetet med SCOR.....	45
6.2.1	Att konfigurera försörjningskedjorna	46
6.2.2	Informationsflödet fram till projekt.....	50
6.3	Utveckling av SCOR till en VindSCOR	52
6.4	Summering och slutsatser om SCOR	54
7	Studiens resultat	55
8	Förslag till fortsatta studier	57
	Källor	61

1 Inledning

Projektet VindLog 2020 tar som utgångspunkt en förhållandevis enkel fråga: Kommer de politiska målsättningarna om kraftig utbyggnad av vindkraften att kunna förverkligas med nuvarande logistiska förutsättningar?

För att inleda en diskussion om detta ämne presenterar den här rapporten resultatet av en förstudie vars syfte är att beskriva vindkraftsutbyggnadens logistiska utmaningar vid ökad utbyggnadstakt samt att illustrera ett verktyg för modellering av ett koncept för logistiska flöden vid storskalig utbyggnad.

Förstudien har finansierats av Energimyndigheten och Södra Norrlands vindkraftscentrum. Vidare har vi med hjälp av studiens finansiärer kunnat föra initierade diskussioner om olika utmaningar som den kraftiga utbyggnaden av vindkraften står inför. De har även hjälpt oss med relevanta kontakter som varit lämpliga att intervjua. Studien hade inte kunnat genomföras utan detta stöd.

Förstudiens genomförande har även varit beroende av alla dem som vi haft förmånen att intervjua, vilka på olika sätt har bidragit med sina omfattande kunskaper och erfarenhet från områden som är centrala för utbyggnaden av vindkraften i Sverige. Vi fick även ytterligare insikter och inspiration under den nationella vindkraftskonferensen i Kalmar i slutet av maj månad år 2013.

Väl medvetna om hur mångfacetterad branschen är och hur många olika aspekter som ryms inom området vindkraftlogistik har vi likväl inte kommit i kontakt med någon aktör som specifikt och på djupet har analyserat de logistiska problem som skulle kunna uppstå om takten i utbyggnaden fortsätter att öka såsom den hittills har gjort.

Vår förhoppning är att denna förstudie ska lyfta upp de logistiska utmaningarna på agendan och ge viss vägledning i hur vindkraftbranschens aktörer kan närma sig dessa, för att på så vis underlätta den fortsatta utbyggnaden av vindkraften i Sverige.

1.1 Bakgrund

Det är viktigt att skilja på produktionsmål och planeringsramar för utbyggnaden av vindkraften. Det finns inget specifikt produktionsmål för vindenergi, utan istället inkluderas vindkraften i målsättningarna för elcertifikatsystemet (25 TWh över åren 2002-2020 plus 13,2 TWh tillsammans med Norge över åren 2012-2020). Planeringsramen för vindkraft (30 TWh till år 2020) är däremot tänkt att vägleda kommunernas och myndigheternas planläggning. Regeringen vill genom ramen främst skapa höjd för en stor utbyggnad, snarare än att precis styra hur

många verk som ska byggas.¹ Prognoserna för att uppnå målen är goda – se exempelvis *Så når vi 30TWh vindkraft till år 2020* utgiven av Svensk vindenergi.

Logistiska utmaningar för vindkraftsutbyggnaden har inte tagits upp med Näringsdepartementet av branschens företrädare. Frågan om det finns tillräcklig kapacitet för de transporter som hänger samman med den planerade utbyggnadstakten har således inte kommit upp och området är på så vis i det närmaste outforskat.²

Vindkraft är en förhållandevis ung bransch. Olika aktörer har därför nått olika långt längs inlärningskurvan och tar i varierande utsträckning hänsyn till logistiska faktorer när de planerar sin verksamhet. Det finns vissa aktörer som inte alls funderar på försörjningskedjor eller beaktar att stora och omfattande projekt behöver planeras i flera steg, medan andra har detaljerade och omfattande projektplaner för samtliga steg i processen, inklusive logistik.

Som exempel kan nämnas de aktörer som väljer att ansöka om miljöprövning för vindkraftparker. Bland dessa finns ett stort antal olika aktörer med varierande syften: markägare som redan genomfört markberedning på sin fastighet, konsultföretag som arbetar fram underlag och sedan säljer byggrättigheterna till exploatörer samt företag som i egen regi avser att projektera, bygga och driva en vindpark.

När ett miljöprövningsbeslut vunnit laga kraft återstår därför likväl betydande osäkerhet kring hur många kraftverk som faktiskt kommer att byggas och när detta sker.

Mängden aktörer/intressenter skapar sina egna utmaningar, inte minst utifrån att dessa har olika planeringshorisonter, affärslogiker och ansvar/intressen. I vissa fall innebär det att synkronisering av olika processer och planeringar inte är möjlig.

Resultaten i denna rapport är främst till de som inte har koncentrerat sig på en helhetssyn kring logistiska utmaningar vid utbyggnad av vindkraften. Och då menar vi inte helheten inom ett enskilt vindparksprojekt utan vad den totala storskaliga utbyggnaden innebär för utmaningar. Vår förhoppning är att denna rapport ska kunna utgöra grunden för flertalet aktörer och intressenter avseende analyser av logistiska utmaningar samt en fortsatt utveckling av försörjningskedjorna i vindkraftens fortsatta utbyggnad.

¹ Intervju med Näringsdepartementet

² Intervju med Näringsdepartementet

Län	Behandlas	Beslutade	Totalt
Gävleborgs län	1061	119	1180
Västernorrland län	1453	214	1667
Jämtlands län	899	288	1187
Västerbottens län	872	215	1082
Norrbottens län	1338	364	1702
Summa Norrlandslänen	5623	1200	6823

Tabell 1.1 Sammanställning över utbyggnadsplaner för vindbruk i Norrlandslänen (antal verk). Siffrorna anger summan av förhandsbesked (PBL), bygglov (PBL), anmälan (MB), samråd (MB) samt tillstånd (MB). Siffrorna kan jämföras med tabell 4.1 (sid 28) som innehåller årlig utbyggnadstakt samt hur många verk som fanns i respektive län år 2012.

Källa: Nationell databas för vindbruk, Vindbrukskollen,
<http://www.vindlov.se/sv/Om-Vindlov-2/Om-Vindbrukskollen/>

1.2 Rapportens disposition och läsanvisningar

Studien är undersökande till sin natur och rapporten innehåller därför ett antal olika aspekter och perspektiv på logistiska utmaningar. Det är rimligt att anta att olika läsare kommer att ha varierande intresse för de olika kapitlen. Nedan följer därför en beskrivning av vad de innehåller.

Kapitel 2 innehåller en beskrivning av problemet som studeras samt en systembeskrivning.

I de följande två kapitlen kommer vi först att utveckla informations-flödet utifrån tillståndprocesserna baserat på en intressentanalys och därefter beskriver vi de fysiska flödena. Kapitel 3 och 4 utvecklar således de logistiska utmaningarna. Där finns dels en beskrivning av informationsflödet, främst med inriktning på tillstånd och behovet av att dessa flöden synkroniseras, dels de fysiska flödena samt potentiella risker.

Kapitel 5 innehåller en syntes över de logistiska utmaningarna. Kapitlet kan läsas som en övergripande sammanfattning av kapitel 3 och 4.

I kapitel 6 beskriver vi inledningsvis översiktligt modellen SCOR. Därefter går vi igenom den metodik man använder i SCOR och hur den stegvis har lett oss fram i vår analys. Det avsnittet visar således hur vi arbetat utifrån SCOR. Där finns

även ett koncept på en modell baserad på SCOR som kan nyttjas av aktörer inom vindkraftsutbyggnaden. Slutligen diskuterar vi möjligheten att utveckla en version av SCOR som innehåller de branschspecifika delarna inom vindkraft.

Kapitel 7 är en sammanfattning och analys av studieresultaten och i kapitel 8 finns förslag på fortsatta studier.

2 Problembeskrivning

2.1 Inledning

Det finns olika sätt att närma sig ett problem. I denna studie är det de logistiska utmaningarna som står i fokus och logistik handlar till stor del om försörjningskedjor och flöden. En viktig komponent för fungerande och effektiva försörjningskedjor är att man försöker optimera hela kedjan, inte enbart de enskilda delarna, då det kan leda till suboptimeringar. Det som gör vindkraftsutbyggnadens försörjningskedjor intressanta är det stora antal aktörer och intressenter som har olika roller och ansvar, samt konkurrensförhållandet mellan dem.

Att skapa optimerade försörjningskedjor för en samlad bransch är troligen inte möjligt. Däremot bedömer vi det som högst troligt att det går att skapa en till del gemensam bild av de utmaningar som finns och en grund för gemensamt språk. Detta kan i sin tur leda fram till att aktörer som inte står i konkurrensförhållande kan få ökade möjligheter att bidra i utvecklingen och att vissa aktörer kan finna det värdefullt att delge kunskap trots att de är i konkurrensförhållande.

Vi har funnit att de logistiska utmaningarna bland annat hänger samman med två övergripande processer. Den första är de stora fysiska flöden som är förknippade med en fortsatt ökning i utbyggnaden av vindkraft. Det är tunga, skrymmande och långa komponenter som ska transporteras långa sträckor. Vidare är det stora totalvikter vilket gör att det är försörjningskedjor som ska kunna hantera transporter i storleken megaton under de kommande åren. Den andra processen är informationsflöde mellan aktörer och kanske främst mellan branschen och tillståndsgivande aktörer, dvs myndigheter. Aktörerna har olika perspektiv, logiker och roller, vilket förhindrar så kallat sömlösa ytor i såväl försörjningskedjan som i informationsflödet.

En central utmaning i effektiva försörjningskedjor är att få till synkronisering mellan informationsflöde och de fysiska materialflödena. Detta behöver inte vara ett problem vid småskalighet, men efterhand som verksamheter växer i omfång uppstår fler och fler utmaningar som behöver hanteras.

En internationell standard för kartläggning, mätning och benchmarking av fysiska flöden (materialflöden) i försörjningskedjor finns i en modell som förkortas SCOR (Supply Chain Operations Reference –modell). Vi använder oss av denna i föreliggande studie för att såväl kunna beskriva försörjningskedjor som att ligga till grund för ett gemensamt (internationellt) språk.

2.2 Systembeskrivning

Vi har identifierat ett antal nyckelprocesser i försörjningskedjorna för vindkraftens utbyggnad som involverar flera intressenter och som har bäring på logistiska utmaningar. I denna studie, som ska uppfattas som en förstudie, har vi med nödvändighet fått lägga oss på en ganska hög abstraktionsnivå. Det finns några olika skäl till detta. Utbyggnaden av vindkraft i Sverige är naturligen decentraliserad, vilket innebär svårigheter att samtidigt generalisera processbeskrivningarna och att få ett djup i beskrivningarna av dessa. Vidare kan det se olika ut beroende på vilken aktör som planerar och genomför utbyggnaden. Läsaren ska därför ta till sig det generella snarare än det specifika. Att arbeta med flödeskedjor för specifika parker kräver god insyn i ett antal områden, såsom ekonomi, planeringsläge, val av teknisk lösning mm, något som inte är möjligt att hantera i en studie som denna. Specifika vindparker är dessutom något som respektive exploatör får utveckla.

Fokus i vår studie är de logistiska utmaningarna för den samlade utbyggnaden och synkroniseringen av logistiken med nödvändiga tillstånd. Vi gör bedömningen att en gemensam, detaljerad, korrekt bild av den samlade planerade utbyggnaden kan skapa bättre förutsättningar för att möta de logistiska utmaningarna. Samtidigt är skapandet av en sådan bild förenat med såväl kostnader som risker i form av avslöjandet av affärshemligheter för inblandade aktörer. Slutligen finns genuina osäkerheter i planeringen vilket ytterligare försvårar.

De fysiska flödena vi har valt att studera är associerade med tre olika faser. Den första fasen är anläggandet av infrastrukturen från allmän väg till vindparken, vindparkens interna infrastruktur samt byggandet av fundament. Den andra fasen är transporter och resandet av vindkraftverken och den tredje är de elarbeten som krävs för att ansluta kraftverken till ett elnät så elen kan nå konsumenterna. Större parker genomför typiskt inte anläggningsarbete och fundamentarbeten samma år som man monterar/reser vindkraftverken.

Vidare har vi identifierat ett antal aktörer som är avgörande för de fysiska flödena. Det är de som i bild 1 ovan ligger i den undre halvan av modellen. Dessa återkommer vi till i kapitel 4.

3.1 Inledning

Vi har identifierat några centrala behov i informationsflödet mellan olika aktörer för att möjliggöra utbyggnad av vindkraft. Dessa är kopplade till behov av tillstånd och omfattar miljöprövning, nätanslutning och transportdispenser under utbyggnadsskedet.

Vi har delat in uppbyggnadsskedet i steg för att underlätta analysen. Det första steget är att projektörer (motsvarande) går från idé till projekt och omfattar att säkra finansiering samt att miljöprövnings-tillståndet har vunnit laga kraft.

Det andra steget omfattar ansökan om elanslutning mot elnät. Uppkoppling görs mot stamnät, regionnät eller lokalnät beroende på storleken på elproduktionen vid parken, där uppkopplingen mot stamnät är den mest omfattande processen och innefattar Svenska kraftnät.

Det tredje steget är transporter för byggandet av vindkraftparken och hänger samman med behov av transportdispenser. Det omfattar främst delar till kraftverken, men kan också innefatta behov av transport för exvis material för den fysiska infrastrukturen och tornfundament samt transformatorer för att möjliggöra inkoppling på elnät. Transportplaneringen skiljer sig åt utifrån parkens geografiska placering och om den är land- eller havsbaserad.

Ett vindkraftverk med c:a 2 MW effekt kräver mellan 10 och 30 skrymmande och tunga transporter (beroende främst på om tornet är av stål eller betong) för delarna till vindkraftverket. Till detta kommer 50-100 transporter med fabriksbetong.³

Det fjärde steget är själva byggandet av kraftparken och omfattar fysisk infrastruktur såsom markarbeten, resandet av vindkraftverken samt byggandet av elanläggning på området för att sammanbinda kraftverken och ansluta dessa till en anslutningspunkt mot elnät.

Efter färdigställandet av vindparken påbörjas driften och under den kommer det att krävas service och underhåll. När den (ekonomiska) livslängden är slut ska parken antingen avvecklas och marken återställas till hur det såg ut innan alternativt byggas om med en ny generation vindkraftverk.

I vårt arbete har vi identifierat ett stort antal aktörer, såväl till antal som till typ. I det följande kommer vi att diskutera på vilket sätt de kommer in i informationsflöden som ingår i tillståndsprocesserna. Den bilden är en grund som

³ Nilsson (2010). Se även avsnitt 4.2 för mer detaljerad beskrivning av omfattningen på transporter.

vi använder i ett senare kapitel där vi diskuterar synkroniseringen mellan informationsflöde och de fysiska flödena.

3.2 Miljöprövning

Riksdagen beslutade 2009 att förenkla prövningen vid utbyggnad av vindkraft.⁴ Förarbetena till den nya lagstiftningen beskriver utförligt de problem och fördröjningar som kunde uppstå under det dåvarande systemet när tillstånd parallellt skulle lämnas enligt två olika lagar – plan- och bygglagen respektive miljöbalken – efter prövning av två olika instanser – kommun respektive länsstyrelse, samt miljödomstol.⁵ De nya reglerna innebär att kravet på bygglov för att uppföra ett vindkraftverk togs bort, om verket omfattas av tillstånd enligt 9 eller 11 kapitlet i miljöbalken. De innebär också att tillstånd enligt miljöbalken till en anläggning för vindkraft endast får ges om den kommun där anläggningen avses uppföras har tillstyrkt det. Förändringarna innebär vidare att detaljplan endast krävs om vindkraftverken ska uppföras i ett område där det råder stor efterfrågan på mark för byggnader eller andra anläggningar.

I enlighet med Förordningen om hushållning med mark- och vattenområden ansvarar ett antal myndigheter för att identifiera områden som är att betrakta som riksintressen. Det kan röra sig om områden med särskilt skyddsvärd miljö eller områden av intresse för totalförsvaret.⁶ Sedan 2004 anger Energimyndigheten vilka områden som är av riksintresse för vindbruk. Bedömningarna görs bland annat utifrån teoretiska beräkningar av vindhastigheten, så kallade vindkarteringar. Riksintressen för vindbruk är ett planeringsunderlag som möjliggör att de områden som har bäst förutsättningar för vindbruk och bästa vindresurserna kan användas till framtida vindkraftsetableringar och en effektiv markanvändning. Dessa anspråk på mark- och vattenområden har hög status vid en framtida prövning och kan vägas mot andra intressen med ett nationellt perspektiv. Utpekade riksintressen ska också redovisas och behandlas i den kommunala översiktsplanen.

Lagstiftningen skiljer på fyra vindkraftsklasser på land och två klasser till sjöss, med tillhörande särskilda regler och prövningsförfaranden: miniverk, gårdsverk, medelstora anläggningar och stora anläggningar, respektive anläggningar på svenskt vatten och inom svensk ekonomisk zon. Då de logistiska utmaningarna i samband med utbyggnad av mini- och gårdsverk torde vara ringa bortser den här

⁴ Regeringen (2009) *Prövning av vindkraft*, prop. 2008/09:146, bet. 2008/09: MJU27, rskr. 2008/09:258.

⁵ Miljöprocessutredningen (2008) *Prövning av vindkraft*, SOU 2008:86.

⁶ Förordning (1998:896) om hushållning med mark- och vattenområden m.m.; se också Miljöbalk (1998:896), 3-4 kap.

studien helt från dessa klasser. Nedan presenteras huvuddragen i miljöprövningen.⁷

3.2.1 Bakgrund

Tillståndsprocessen för vindkraftverk kan i princip delas in i två faser: förberedelser och samråd, respektive prövning. Därtill tillkommer ofta överklagande. Beroende på vindkraftklass ansvarar olika instanser för prövningen, men de utgår i huvudsak från samma lagstiftning. De två faserna beskrivs nedan under de två följande avsnitten.

För medelstor vindkraftanläggning fordras bygglov enligt plan- och bygglagen samt anmälan enligt miljöbalken.⁸ Kommunen prövar såväl bygglov som anmälan enligt miljöbalken. Dess beslut kan överklagas till Miljöprövningsdelegationen (MPD).

För stora anläggningar fordras anmälan enligt plan- och bygglagen samt tillstånd enligt miljöbalken.⁹ MPD prövar de olika dokumenten, men dess beslut kan överklagas till mark- och miljödomstol. Kommunen måste också tillstyrka tillståndsansökan, vilket i praktiken medför en kommunal vetorätt.

Vid bygge av vindkraftanläggningar i vattenområden inom Sveriges territoriella gräns fordras tillstånd enligt både 9:e och 11:e kapitlet Miljöbalken, samt kommunens tillstyrkan. Lagstiftningen föreskriver att länsstyrelsen sköter prövningen enligt 9:e kapitlet, och mark- och miljödomstol enligt 11:e kapitlet, men i de flesta fall slås de två processerna ihop och sköts då av domstolen.

Vid bygge av vindkraftanläggningar inom svensk ekonomisk zon fordras istället regeringens tillstånd enligt Lagen om Sveriges ekonomiska zon samt tillstånd enligt Kontinentalsockellagen för undersökning av havsbotten och nedläggning av kabel.¹⁰

Beroende på förutsättningarna där vindkraftanläggningen ska byggas kan prövning enligt ett antal ytterligare lagar och regler därtill bli aktuellt. Om det råder stor efterfrågan på marken kan kommunen komma att behöva upprätta en detaljplan.¹¹ Vidare kan ytterligare prövning enligt Miljöbalken vara nödvändig om parken ska byggas på en plats där det råder områdes- eller artskydd, samt om

⁷ Redogörelsen tar till stor del sin utgångspunkt i följande föredömliga beskrivning. Energimyndigheten (2013) *Steg för steg*, hämtad 2013-02-01 från <http://www.vindlov.se/sv/steg-for-steg/>. På hemsidan presenteras även detaljerade definitioner av de olika klasserna.

⁸ Plan- och bygglag (2010:900), 6 kap., 1 §; respektive Miljöbalk (1998:808), 9 kap., 6 §.

⁹ Plan- och bygglag (2010:900), 6 kap., 2 och 5 §§; respektive Miljöbalk (1998:808), 6 och 9 kap.

¹⁰ Lag (1992:1140) om Sveriges ekonomiska zon, 5 §; och Lag (1966:314) om kontinentalsockeln.

¹¹ Plan- och bygglag (2010:900), 4 kap., 3 §.

kablar eller tillhörande anläggningar kan beröra vattenområden.¹² Slutligen kan prövning enligt kulturminneslagen bli aktuellt. Prövningen i dessa ärenden kan, beroende på omständigheterna, skötas av antingen kommun eller länsstyrelse. Besluten kan överklagas till mark- och miljödomstol och regeringen.¹³

Därutöver kan byggandet av vindkraftanläggningar till sjöss också kräva tillstånd enligt kontinentalsockellagen för undersökning av havsbotten, tillstånd för sjömätning, tillstånd för undervattenskablar samt anmälan eller tillstånd för muddring. Dessa ansökningar prövas av fyra olika instanser: regeringen efter beredning av Sveriges geologiska undersökning; Försvarsmakten; Sjöfartsverket och Transportstyrelsen; respektive mark- och miljödomstol.¹⁴

De prövande myndigheterna har i sitt arbete bland annat att ta hänsyn till identifierade riksintresseområden, varav totalförsvarets riksintressen väger särskilt tungt. De tillståndssökande ser det därför ofta som viktigt att erhålla Försvarsmaktens godkännande på ett tidigt stadium.

För elledningar som avses byggas inom parken, eller för att ansluta denna till elnätet, behöver exploatören också ansöka om nätkoncession och ledningsrätt. Dessa två ansökningar prövas av Energimarknadsinspektionen respektive Lantmäteriet och kräver visst förberedelse- och utredningsarbete, inklusive en miljökonsekvensbeskrivning (MKB) för ledningssträckan.

Enligt en studie av perioden 2007-2010 tog det i genomsnitt 58 veckor från det att ett företag lämnade in en ansökan om att få uppföra vindkraftverk till dess miljöprövningen hade resulterat i ett beslut. Huvudparten av den tiden upptogs av kompletteringstid (22 veckor) och remisstid (26 veckor).¹⁵ Inklusive tiden för samråd, förberedelser samt eventuella överklaganden kan processen dock ta upp emot dubbelt så lång tid.

Om exempelvis ansökningarna inte behövde kompletteras (och om övriga steg i processen inte påverkades)¹⁶ skulle genomsnittstiden från ansökan till beslut kunna reduceras till 36 veckor. Vid en Europeisk jämförelse från 2010

¹² Miljöbalk (1998:808), 7 kap. innehåller bestämmelser om nationalparker (2 §), naturreservat (4 §), kulturresevat (9 §), biotopskyddsområden (11 §), djur- och växtskyddsområde (12 §), strandskydd (13-18 §§) och natura 2000-områden (28 §); 8 kap. innehåller bestämmelser om artskydd; och 11 kap. om vattenverksamhet.

¹³ Miljöbalk (1998:808), 19 kap. och Anläggningslag (1973:1149).

¹⁴ Lag (1966:314) om kontinentalsockeln; Lag (1993:1742) om skydd för landskapsinformation; och Lag (1998:812) med särskilda bestämmelser om vattenverksamhet.

¹⁵ Statens energimyndighet (2012) *Utvecklingen av tillståndprocesser för anläggningar som producerar förnybar el och för kraftnät*.

¹⁶ Det är troligt att de administrativa processerna blir längre av att behöva hantera ej kompletta ansökningar.

konstaterades att de administrativa processerna i Norden och Baltikum tog i genomsnitt 28 månader, att jämföra med 42 månader i snitt för EU.¹⁷

3.2.2 Förberedelser och samråd

Innan en ansökan om miljöprövning kan lämnas in måste den som avser uppföra vindkraftverk samråda med ett antal intressenter. I dess enklaste form behöver samrådet bara inkludera länsstyrelse, kommun samt vissa särskilt berörda, i första hand närboende. För de fall då vindkraftverken kan antas få en betydande miljöpåverkan måste exploatören dock samråda med en betydligt större krets. Det är i princip upp till länsstyrelsen att avgöra vilka vindkraftparker som kan förväntas få en betydande miljöpåverkan. Samrådet omfattar vindkraftparkens ”lokalisering, omfattning, utformning och miljöpåverkan samt miljökonsekvensbeskrivningens innehåll och utformning.” Innan ett samråd kan genomföras måste exploatören skicka ut ett samrådsunderlag.¹⁸

Vid bygge av större parker är det brukligt att genomföra förhållandevis omfattande samråd. Så har exempelvis varit fallet för vindkraftparkerna på land vid Markbygden¹⁹ och till sjöss vid Storgrundet.²⁰ Om inte annat torde exploatörer vilja undvika att miljödomstol senare avslår en ansökan till följd av otillräckligt samråd.²¹

¹⁷ European Wind Energy Association (2010) *Wind Barriers – Administrative and grid access barriers to wind power*. Studien särredovisar inte uppgifter för Sverige.

¹⁸ Miljöbalk (1998:808), 6 kap, 4 §.

¹⁹ Enligt, Svevind (2008b) *Vindkraft i Markbygden – Samrådsredogörelse*, har ansökan om att bygga vindkraftverk i Markbygden föregåtts av samråd med: Länsstyrelsen i Norrbottens län, Piteå kommun, Energimyndigheten, Naturvårdsverket, Fiskeriverket, Boverket, Luftfartsverket, Riksantikvarieämbetet, Försvarsmakten, Luftfartsstyrelsen, Närings- och Miljödepartementen, Piteå byaforum, Arvidsjaurs flygplats, Norrbottens ornitologiska förening, Projekt Kungsörn, Östra och Västra Kikkejaure och Semisjaur-Njarg samebyar, Piteå IF Orientering, Piteå jaktvårdskrets, Friluftsförbundet, Svenska naturskyddsföreningen samt allmänheten och företag i området, inklusive fem referensgrupper bestående av boende och företag.

²⁰ Enligt, NordanVind vindkraft AB och WPD (2009) *Vindkraftpark Storgrundet – Miljökonsekvensbeskrivning*, reviderad version februari 2009, sidorna 38-40, har ansökan om att bygga vindkraftverk på Storgrundet föregåtts av samråd med: Banverket, Boverket, Energimyndigheten, Fiskeriverket, Gästrike räddningstjänstförbund, Försvarsmakten, Kommerskollegium, Kustbevakningen, Luftfartsstyrelsen, Länsstyrelsen Gävleborg, Naturvårdsverket, Post- och Telestyrelsen, Riksantikvarieämbetet, SGU, Sjöfartsverket, Statens maritima museum, Svenska kraftnät, Söderhamns kommun, Vindkraftssamordnare och Vägverket, hamnföreningen på ön Storjungfrun, lokala ornitologer, Sveriges ornitologiska förening, Svenska naturskyddsföreningen och andra lokala naturskyddsföreningar, yrkesfiskare, fastighetsägaren Bergviks skog AB och nätägaren Fortum samt allmänheten och företag i området.

²¹ Så skedde exempelvis i fallet Gabrielsberget, Umeå tingsrätt – Miljödomstolen (2005) *Slutligt beslut*, M 3076-03, meddelat 2005-09-09.

Innan exploatören kan ansöka om miljöprövning måste denne också sammanställa en miljökonsekvensbeskrivning (MKB). Syftet med en MKB är att:

[I]dentifiera och beskriva de direkta och indirekta effekter som den planerade verksamheten eller åtgärden kan medföra dels på människor, djur, växter, mark, vatten, luft, klimat, landskap och kulturmiljö, dels på hushållningen med mark, vatten och den fysiska miljön i övrigt, dels på annan hushållning med material, råvaror och energi. Vidare är syftet att möjliggöra en samlad bedömning av dessa effekter på människors hälsa och miljön.²²

3.2.3 Prövning och överklagan

När exploatören väl har lämnat in en ansökan om att uppföra en vindkraftpark sköts miljöprövningen, såsom framgår i stycke 3.3.1 ovan, av antingen kommun eller länsstyrelsernas Miljöprövningsdelegation (MPD). Länsstyrelsernas prövning koncentrerades nyligen till ett fåtal länsstyrelser som istället handlägger vindkraftansökningar från flera län, detta för att effektivisera arbetet och tillförsäkra att liknande fall får likvärdig behandling. Även om ansökningarna numera uppvisar en bättre kvalitet än tidigare behöver i princip alla kompletteras på något vis.²³

När ansökan är komplett kungörs att den har inkommit och den prövande instansen sänder den på remiss och ber om yttranden. När dessa har inkommit bereds exploatören tillfälle att besvara de inkomna yttrandena innan ett beslut fattas.

Kommunens eller MPD beslut kan överklagas till länsstyrelsen respektive miljödomstol av berörda parter, främst närboende eller vissa miljöorganisationer. För de senare gäller att de ska ha funnits i minst tre år och ha minst 100 medlemmar för att deras överklagan ska tas i beaktande.

3.3 Ansökan om elanslutning²⁴

Den som vill bygga en vindkraftpark måste också ansöka om att få ansluta parken till elnätet. Explotören bör i första hand vända sig till det lokala alternativt regionala nätbolaget. Om det inte är möjligt att ansluta parken till deras elnät kan exploatören istället vända sig till Svenska kraftnät (SVK) med en förfrågan om att ansluta till stamnätet. SVK har anslutningsskyldighet för ny

²² Miljöbalk (1998:808), 6 kap., 3 §.

²³ Intervju, Länsstyrelsen i Gävleborgs län, 2013-05-29.

²⁴ Det här avsnittet bygger till stor del på, Svenska kraftnät (2012) Vägledning för anslutning till stamnätet.

produktion, men den som vill ansluta en park måste bekosta erforderliga investeringar i stamnätet.

Förfrågningar till SVK besvaras i normalfallet inom en månad varefter exploatören om denne vill gå vidare formellt kan ansöka om anslutning. SVK återkommer vanligtvis inom ett år med ett förhandsbesked om anslutning som innehåller en preliminär tidplan och anslutningsavgift. Utfästelserna i förhandsbeskedet är giltiga i sex månader.

Om exploatören väljer att gå vidare i processen måste denne teckna ett intentionsavtal och erlägga en avgift, därefter inleder SVK en teknisk förstudie. Studien undersöker i detalj vilka investeringar som kommer att vara nödvändiga och vad de kommer att kosta; den tar vanligtvis tre till sex månader att genomföra. Resultatet av förstudien är också det giltigt i sex månader.

Om exploatören vill gå vidare tecknar denne härnäst ett anslutningsavtal och ett byggavtal, varefter SVK börjar upphandla resurser för att göra nödvändiga förändringar i stamnätet.

SVK har sett en ökning i antalet ansökningar gällande vindkraftparker. Myndigheten måste behandla alla ansökningar som likvärdiga, även om ett stort antal parker aldrig kommer att byggas. På senare tid har omkring 30 förfrågningar inkommit årligen, men endast tre till fem tekniska förstudier genomförs. Denna omständighet komplicerar SVK:s planering.²⁵

3.4 Transportdispenser²⁶

Regler rörande hur tunga, långa och breda motordrivna fordon får vara återfinns i Trafikförordningen.²⁷ Det finns dock möjlighet att göra undantag från dessa regler. En kommun kan medge undantag för transporter som endast rör den kommunen, medan Trafikverket (TrV) prövar undantag för transporter som omfattar flera kommuner.

Ansökningar till TrV skickas in via ett webbaserat formulär. Därefter tar ett remissförfarande vid under vilket TrV inhämtar synpunkter från berörda kommuner, polisen, myndighetens egna trafikingenjörer samt driftsområdesansvariga företag. TrV bedömer sedan om transporten kan genomföras och om särskilda krav behöver ställas upp.

Vid vindparksbyggen är det vanligtvis det transportföretag som exploatören alternativt kraftverkstillverkaren har hyrt in som ansöker om transportdispens. Om kommunikationen mellan exploatör/tillverkare och transportör är bristfällig

²⁵ Intervju, Svenska kraftnät, 2013-04-18.

²⁶ Det här avsnittet bygger till stor del på, Trafikverket (2011) *Dispenstransporter – en handbok*, publikationsnummer 2011:057 samt intervjuer med TrV.

²⁷ Trafikförordningen (1998:1276).

blir också informationen till TrV lidande. TrV har förvisso ambitionen att kunna hantera ansökningar som kommer in en vecka före den första transporten, men i vissa fall har ansökningarna kommit betydligt senare än så.²⁸

Det var tidigare möjligt att frakta vindkraftkomponenter långa sträckor på väg, men sedan en regeländring 2010 måste de i istället gå via närmsta hamn. Efterhand har även maximalt transportavstånd på väg (fågelvägen) för dispenser reducerats från 50 till 35 mil.

Det finns en överspridning av kunskap inom TrV mellan dispenshandläggare och samhällsplanerarna, men möjligheterna att få information som går att agera på utifrån ett samhällsplanerings-perspektiv är ju naturligen ganska små om informationen finns inom myndigheten endast en vecka innan transporter ska börja. Om TrV ska kunna ta hänsyn till specifika parkers utbyggnad i sin samhälls-planering krävs annan framförhållning och en hög säkerhet att vindparkerna i regionen byggs, vilket kanske kan vara svårt att uppnå. Även om TrV är med i de andra tillståndprocesserna så finns ingen information i dessa som utvecklar sannolikheten att de olika parkerna faktiskt byggs. Risker för felsatsningar på infrastrukturen blir då stor på grund av den inbyggda osäkerheten i underlaget.

TrV önskar att dispensansökningarna inkommer minst en vecka innan den första transporten ska genomföras. Många gånger har de sökande dock sämre framförhållning. Vanligtvis är det ett antal större aktörer (sju till åtta stycken) som återkommer. Under år 2012 var dispenser sammanhängande med de 400 vindkraftverk som byggdes runt om i Sverige. För ett ståltorn krävs cirka 10 transporter, men utvecklingen går mot större torn och även fler material, varför antalet transporter kan vara betydligt större.

3.5 Synkronisering av informationsflödet

Ovan har vi gått igenom processerna för de viktigare tillstånden som krävs vid utbyggnad av vindkraft. Som framgått är det ganska omfattande processer med stor tidsutsträckning.

Det vore värdefullt med samordning mellan tillståndprocesserna så att planeringen för de senare skedena och hos andra aktörer än de som direkt utvecklar vindparker kunde nyttiggöras för flera aktörer. Dock har myndigheterna olika uppdrag och därför olika uppgifter. De har specifika syften och kan därför i praktiken endast ge upplysningar om intentioner kring utbyggnaden. De i många fall långa tider som är associerade med olika ansökningar innebär också att starttidpunkten för utbyggnad av en specifik

²⁸ Intervju, Trafikverket, 2013-05-02.

vindpark är osäker. Det motsatta fallet (väldigt korta ansökningstider vid transportdispenser) ger också dåligt underlag för planering för andra aktörer.

3.6 Förutsättningar för aktörer att dra nytta av information som finns i tidigare processteg

Ovan har det framgått att det är många olika aktörer/intressenter av skilda slag som har intressen kring utbyggnaden av vindkraften. I denna studie väljer vi att fokusera på kopplingen mellan tre av de centrala tillståndprocesserna och hur dessa synkroniseras sinsemellan och med de fysiska flödena.

Ett uttryck i branschen är att en vindpark inte är ett projekt utan enbart en idé så länge finansiering inte är klar och miljöprövningsbeslutet inte vunnit laga kraft. Utformning av finansieringen är en del av förhandlingen med finansiärerna och därför en affärshemlighet. Hur det går under pågående förhandling är därför inget som kan spridas. Miljöprövningsprocessen tar i genomsnitt drygt ett år, men varierar i tid från fall till fall.

Varje projekt är omgärdat av ett antal affärshemligheter utöver finansieringen, vilket i praktiken innebär att de som är bärare av idén inte kan ge ifrån sig ett underlag som för andra aktörer längre ner i försörjningskedjan har så hög kvalitet att det är möjlig för dessa att agera.

Aktuella tillstånd är inte en tillförlitlig källa avseende vad som faktiskt kommer att exploateras, då det finns aktörer som söker tillstånd som när laga kraft vunnits säljer dessa vidare till exploitörer, ibland via riskbolag.

Generellt finns en uppfattning inom vindkraftsbranschen att endast 30-40% av ansökningarna faktiskt leder till att en park uppförs. Detta är dock inte något som stämmer för varje enskilt område. I exempelvis Gävleborg har hittills samtliga beviljade ansökningar resulterat i igångsättning av utbyggnad.²⁹

Igångsättningstidpunkt för en vindpark är inom 5-7 år efter att beslut vunnit laga kraft. Om den tiden inte hålls så kan tillståndet dras tillbaka. Bakgrunden till det är att marken låses för annan användning vilket inte är rimligt på obegränsad tid. Vidare kan förhållandena förändras om det blir en lång period mellan igångsättning och beslut. Variationer i igångsättningstidpunkt kan exempelvis variera på grund av tillgång på elnät.³⁰ Vidare kan antalet verk som faktiskt byggs bli färre än det som tillståndet gäller för.

Elpriset kan naturligtvis variera under en så lång period och även om en vindpark planeras för bruk under betydligt längre tid än så, kan även prognoserna förändras.

²⁹ Intervju med Gävleborgs länsstyrelse

³⁰ Intervju med Gävleborgs länsstyrelse

Även om en aktör längre ner i kedjan får reda på att flera större parker i samma region har klart med miljötillstånd, så är precisionen i den informationen för dålig för att kunna agera utifrån. Det blir naturligtvis en väldig skillnad på belastningen på resurser om flera större parker faktiskt byggs samma år eller de sprids ut och endast en park byggs per år i regionen.

Nästa processteg avseende tillstånd gäller ansökan om elnätsanslutning. Även om parker i första hand ska anslutas till lokala nät kräver större parker vanligtvis anslutning till stamnät. Anslutning till regionnät kan i sin tur innebära att stamnätet påverkas. Då endast c:a 10-15% av förfrågningarna till Svenska kraftnät leder till att tekniska förstudier genomförs och det faktum att ansökningar måste tas i turordning oberoende av storlek etc så är det inte heller i detta skede möjligt för andra aktörer (inkluderat SVK) att få god precision i faktisk utbyggnad av vindparker och när den kommer att ske i tiden.

Det tredje processteget avseende tillstånd gäller transportdispenser. Flera exploatörer, särskilt de större, håller sig årligen *a jour* med transportnätet och planerade förändringar i det. Dock kommer dispensansökningar sällan flera veckor i förväg, utan snarare runt en vecka innan första transporten.³¹

Även om TrV är med i miljöprövningen under samrådsskedet och där klagör processen för dispenser för transporter och att dessa ansökningar bör komma in i god tid, så har Vindkraftexploatörerna ofta en förhållandevis kort framförhållning – beslut om utbyggnad fattas sällan mer än ett till två år innan byggstart – vilket ibland kan göra det svårt att för TrV att planera åtgärder för branschens behov. Dock kräver de flesta vindkraftparkbyggen endast mindre investeringar (breddning av enstaka kurvor eller liknande) vilket TrV och exploatören kan teckna avtal om.

Branschsamordning har hittills visat sig vara bristfällig, vilket försvårat möjligheterna till långsiktig planering utifrån vindkraftbranschens behov. Exploatörerna planerar utifrån affärsmässiga villkor vid beslutstidpunkten och det görs individuellt av många aktörer.³²

Det finns inget samlat material från branschen som grund för att påverka Trafikverkets (TrV) långsiktsplan eller åtgärdsplanering kopplade till vindkraftsutbyggnaden. Det finns heller ingen specifik budget hos TrV för åtgärder som kan möta transportbehovet för vindkraftsutbyggnaden. Således har man i TrV region Mitt inte tagit höjd i planeringen för transportbehoven för vindkraftsutbyggnaden. Man har heller ingen kontroll över hur stora kostnaderna kan tänkas bli för att förstärka vägnätet.³³

³¹ Intervju med TrV

³² Intervju med TrV

³³ Intervju med TrV Region Mitt

Det finns samarbetsgrupper i olika konstellationer av aktörer för att öka kvalitén i informationsspridningen, men det finns även exempel på att de som ingår i en sådan grupp inte uppfattat den som varande tillräckligt värdefull för att man skulle fortsätta arbetet i sådan form.³⁴ En tolkning av det är att grupperna inte kan nå tillräckligt konkretiseringsdjup i rätt tid för att vara värdeskapande.

Vi konstaterar att det idag i stort sett saknas en överföring av nödvändig information från tidiga steg i ansökning av tillstånd till senare steg. Olika aktörer har betydande osäkerheter i den egna planeringen, bland annat för att de inte själva styr över ett antal faktorer. Förklaringarna till detta är många, men det försvårar för aktörer i senare skeden att få relevant beslutsunderlag i tid för att de fullt ut ska kunna lösa sina uppgifter.

Det finns också många exempel på att det kan bli ett annat antal verk (färre) som faktiskt byggs inom parken än ansökan gäller, eller att det till slut inte byggs några alls, trots att beslut vunnit laga kraft.

Givet den osäkerhet som finns blir det naturligen svårt för aktörer senare i försörjningskedjan att ha ett kvalitativt beslutsunderlag.

Osäkerheterna i om en enskild vindpark faktiskt kommer att byggas och i så fall när är så stora fram till ett ganska sent skede i planeringen att det är svårt för andra aktörer att nyttiggöra information i tidigare skeden som underlag för dimensioneringar.

Centrala aktörers erfarenheter hittills är att samordning är problematisk och att det saknas en samlad branschgemensam bild som håller så god kvalitet att den går att nyttja som planeringsunderlag.

Vår uppfattning är att de olika aktörerna har så disparata roller och syften att spridning av information är svår att åstadkomma. Samordningsgrupper finns, och förhoppningen är att dessa ska bidra till informationsspridning. Vi uppfattar det dock som att även om de kan vara värdefulla så finns det ett antal faktorer som innebär att det är problematiskt att nå en branschgemensam syn som kan ligga till grund för aktörernas planering.

Om detta är med verkligheten överensstämmande så innebär det att aktörer får utveckla sin planering utifrån andra källor och utifrån andra kriterier. Detta innebär i sin tur risker för att branschen inte kan påverka utvecklingen så som kanske vore önskvärt. Exempelvis kanske man endast kan uppnå resultat som generella utformningar av vägnätet som tar hänsyn till långa, tunga transporter snarare än specifika förbättringar/utbyggnader av vägnätet i regioner som har stora områden med riksintresse för vindbruk.

Finns det då några alternativa källor som kan nyttjas av aktörer längre ner i försörjningskedjan? Samtliga beslut som vunnit laga kraft läggs ut på respektive

³⁴ Intervju med Piteå hamn

Länsstyrelses hemsida. Vindbrukskollen³⁵ samt Riksintresse för vindbruk i Sverige³⁶ är två sammanställningar av vindkraftverk som byggts/planeras byggas respektive geografiska områden med för vindbruk goda vindförhållanden. De ger indikationer på potentiella områden dit transporter kan komma att behövas. En intressant idé är att exempelvis Trafikverket nyttjar dessa på samma sätt som motsvarande information från andra branscher, exempelvis gruvnäringen och skogsbruket, för sin långtidsplanering. Här bör dock påpekas att uppgifterna i Vindbrukskollen inte är kvalitetssäkrade.

³⁵ Se Vindbrukskollens hemsida,
<http://projektwebbar.lansstyrelsen.se/vindbrukskollen/Sv/Pages/default.aspx>

³⁶ Se energimyndighetens hemsida, <http://www.energimyndigheten.se/sv/Om-oss/Var-verksamhet/Framjande-av-vindkraft1/Riksintresse-vindbruk/>

4 Materialflöde

4.1 Inledning

I denna studie har vi fokus på utbyggnaden av vindkraft, inte tillverkningen av vindkraftverk. Så även om de fysiska flödena i försörjningskedjor handlar om hela kedjan – från ax till limpa – koncentrerar vi oss på försörjningskedjan från fabrik till överlämning av utbyggd vindpark.³⁷

Materialflödet vid utbyggnad av vindkraftparker skiljer sig från annan produktion, inte minst på grund av transporterna som är såväl långa och skrymmande som tunga. De speciella utmaningar som följer av detta kopplat till att många vindkraftverk ska resas inom kort tid innebär en konkurrens om olika resurser. På transportområdet ökar belastningen på transportstrukturen – hamnar och vägar – och för hantering av material ökar efterfrågan på såväl specialfordon som kan hantera vindkraftverkens olika delar, som på standardlastbilar för transporter av sådant som grus, betong och komponenter. Vidare krävs olika typer av specialutrustning för lyft mellan de olika transportsätten och i vindparken i samband med resandet av kraftverken. Sådan utrustning kan även behövas vid underhåll och avveckling.

Beroende på strategival kan man ha olika syfte vid utformning av försörjningskedjor. Ett vanligt är kostnadsminimering, men det är ingalunda det enda. Säkerhet i försörjningskedjan (med kostnadsrestriktioner) är en annan strategi, flexibilitet att möta oförutsedda eller starkt varierande efterfrågan är andra. I slutändan är det därför respektive aktör som behöver välja (mer eller mindre medvetet) en strategi som är lämplig för deras förutsättningar i övrigt. En liten aktör kan exempelvis komma att välja kostnadsminimering om man har små marginaler, medan en större aktör med en starkare ekonomisk position kan anse att möjligheten att möta efterfråge-variationer är den riktiga strategin.

I detta kapitel kommer vi att fokusera på de fysiska flödena. Först ger vi en bild av storheterna det handlar om och sedan diskuteras den transportstruktur som ska stödja försörjningskedjorna. Däri ingår det vi uppfattar som de största utmaningarna utifrån ett Norrlandsperspektiv: hamnkapacitet och landsvägstransporter. Därefter följer en problematisering kring andra resurser som krävs för utbyggnaden och kapitlet avslutas med slutsatser samt en genomgång av ett antal olika typer av risker som kan påverka försörjningskedjorna.

³⁷ För exempel på en SCOR-analys på produktion av vindkraftverk se Poncin et al (2012)

4.2 Ett megatonprojekt – Några storheter kring transportbehoven

En av de största vindparkerna som någonsin byggs planeras i Markbygden väster om Piteå. Utbyggnaden har påbörjats och totalt antal yrkade vindkraftverk är 1100 stycken som ska resas inom ett upp till 450 km² stort område under ett antal etapper vilka ska vara klara till år 2020.³⁸

Andra planerade parker i Sverige är inte i den storleksordningen, men det finns flera som omfattar fler än 100 verk per park. Detta skiljer sig från hur utbyggnaden skett tidigare då det varit vanligt med ganska små parker, även om det finns enstaka exempel på parker med upp till 50 verk.

Utifrån vindparker som är inne i processtegen samråd och miljöprövningstillstånd vet vi att parkerna blir betydligt större än tidigare. Parkstorlekarna ökar från antal verk som är ensiffriga och enstaka mellan 10 och 20, till 70 eller tresiffriga. Det finns 250 parker koordinatsatta i de fem norrlandslänen och om de byggs kommer det att ske innan år 2020.

I tabellen nedan framgår det att hittills är det ovanligt med parker i Norrlandslänen som är storskaliga. Man kan därför sluta sig till att försörjningskedjorna för utbyggnaden inte blivit utmanade på samma sätt som kan komma att bli aktuellt i en ganska nära framtid.

Län	Totalt antal vindkraftverk år 2012	Antal verk som togs i drift år 2012	Antal verk som togs i drift år 2011
Norrbotten	92	29	16
Västerbotten	199	55	66
Jämtland	118	3	17
Västernorrland	44	24	0
Gävleborg	84	69	2

Tabell 4.1. Utbyggnad i de fem Norrlandslänen. Antal verk är egna beräkningar som netttotal mellan åren och kan därför i verkligheten vara några enstaka fler. Källa: Energimyndigheten, Vindkraftsstatistik 2012, ES 2013:01, tabell 5, sid 12 samt Energimyndigheten, Vindkraftsstatistik 2011, ES 2012:02, tabell 5, sid 12.

³⁸ Svevind (2008a) Vindkraft i Markbygden – ett regionalt industriprojekt inom förnyelsebar energi, Teknisk beskrivning, 2008-05-25

Det är de allt större parkerna som innebär att det på allvar börjar bli konkurrens om olika resurser. Nedan kommer vi att visa att en park på 100 verk som ska byggas under en byggsäsong kan komma att nyttja vissa resurser i så hög grad att det inte finns ledig kapacitet för andra parker i samma område under samma säsong ens om de är små.

Vi vill först ge några illustrationer av vilka storheter det är frågan om vid omfattande utbyggnad.

I Gävleborgs län har 760 verk tillstånd/lov klara och till dessa kommer cirka 2000 som är i faserna samråd eller prövning/planering.³⁹ Nu vet man av erfarenhet att dessa siffror är maxvärden och att faktiskt utfall blir lägre, men det ger ändå en uppfattning av omfattningen. I Gävleborg har dock hittills samtliga beviljade miljöprövnings-ansökningar resulterat i igångsättning innan tillståndet fallit för tidsgränsen 5-7 år. Dock har kommuner som inledningsvis var positiva till utbyggnaden delvis svängt och visat sig vara restriktiva i sina remissvar genom att antingen inte svara (vilket i praktiken innebär att det blir stopp eftersom kommunen måste tillstyrka för att tillåtlighet ska ges) eller inte tillstyrka – vilket kan göras utan motivering, det kommunala vetot. Detta kan komma att påverka utfallet för de cirka 2000 som är i faserna samråd eller prövning/planering.

Även om endast 80 % av antalet verk som ingår i de som har tillstånd/lov klart skulle bli av så skulle det innebära en sjufaldig ökning av totalantalet under såg de närmaste fem åren i Gävleborgs län. Till detta kan komma ytterligare verk som är under prövning men där det ännu inte finns laga kraft vunnet beslut - dock sannolikt inte 2000 stycken.

Ett verk med ståltorn och effekt på 2,0 MW väger cirka 600 ton. Till detta kommer fundament om cirka 550 m³ betong (varierar stort beroende på markförhållanden och tornhöjd) á knapp 2,5 ton per m³, samt material för anslutningsvägar, uppställningsplatser etc. Att uppskatta totalvikten på det som ska transporteras per vindkraftverk till 2 kiloton är förmodligen en underskattning och beräknat på 600 verk blir det transporter i megatonklassen enbart i Gävleborgs län fram till år 2020.

Om vi lämnar Gävleborg och lyfter upp Norrbotten så kan man peka på en av de största vindparkerna som någonsin planerats; Markbygden väster om Piteå. Utbyggnaden har påbörjats och totalt kan det bli upp till 1101 vindkraftverk som ska resas inom ett 450 kvadratkilometer stort område. Alla val av vindkraftverkstyper är inte klara, och det kommer att påverka totala antalet verk i vindparken. Ett alternativ som studeras är att använda verk med betongtorn och effekt på 3 MW. Transportbehovet per verk inklusive byggmaterial och kringutrustning kräver cirka 60 transporter och till detta kommer minst 200

³⁹ Underlag från Gävleborgs länsstyrelse

transporter för fundamenten (bland annat 1000m³ betong), mm.⁴⁰ Betongtorn är generellt tyngre än ståltorn. De största vindkraftverken kan därmed väga upp mot 4 000 ton. 400 sådana vindkraftverk motsvarar således 1,6 miljoner ton vilket kan sättas i relation till att Piteå hamn hanterar totalt (all typ av last) 1,5 miljoner ton på ett år.

Dessa illustrativa exempel gör det tydligt att det är frågan om att lösa logistiska utmaningar för försörjningskedjor som ska kunna hantera megatontransporter fram till år 2020.

Något som vi inte specifikt kommer att utveckla i denna studie är att stora parker behöver mer kringstöd inte enbart i kvantitet utan även till innehåll. Hantering av vatten och el samt sopor är några av dessa tillkommande behov som inte finns vid byggandet av några få verk. Detta är faktorer som ytterligare förstärker de logistiska utmaningarna vid storskalig utbyggnad av vindparker.

4.3 Transportstrukturen från fabrik till vindpark

Vindkraftverkstillverkarna strävar efter effektivitet och ett minimum av olika typer av svinn i vid bemärkelse. Så har man exempelvis packlistor för de olika typerna/versionerna av kraftverk som specificerar exakt vad som ska skickas iväg per verk.⁴¹ Vi studerar därför inte den typen av problem i detta projekt.

Transporter till vindparker i Norrland kräver transport av kraftverk över hav till hamn, för omlastning till speciallastbilar för vidare transport till vindpark, vanligtvis med mellanlagring i såväl hamnområdet som i eller i närheten av vindparken.

Förutom fartyg och speciallastbilar krävs kranar vid samtliga omlastningsplatser med tillräcklig kapacitet för de tunga lyften. Det är vanligt att hamnens personal ansvarar för godset från att det lyfts från fartyget till att det står på kaj, och att speditörer ansvarar för transporter inom hamnen och till vindparken, även om det förekommer variationer.

4.3.1 Hamnkapacitet

Norrlandslänen är helt beroende av hamnar för att klara utbyggnaden av vindkraften. Det beror på att turbintillverkarna (WTM) ligger långt bortom de 35

⁴⁰ Svevind (2008a), Vindkraft i Markbygden – ett regionalt industriprojekt inom förnyelsebar energi. Teknisk beskrivning 2008-05-26 och Svevind (2010) Markbygdens Vindkraftpark, etapp 1. Miljökonsekvensbeskrivning, MKB- fördjupning och komplettering, 20101125, Rev.datum 20110510

⁴¹ Detta skiljer sig från husbyggnation där forskning har visat att det finns en potential att sänka de totala byggkostnaderna med 25 %. Se Ternblad, Salomonsson (2013).

mil fågelvägen som gäller som längsta gräns för Trafikverkets dispenser för landsvägstransport.

Hamnkapaciteten i Norrland beror på djup i inseglingsränna/hamn, hårdgjord lagringsyta samt i viss mån krankapacitet. Om djupet räcker till (vilket är en nödvändig förutsättning) är den viktigaste faktorn möjlighet att lagra vindkraftverk i hamnen. Även om det blir hamnavgifter för lagring i hamn finns det ett behov vid byggandet av större parker på en lagringsmöjlighet på uppåt 10 verk. Saknas fast krankapacitet i hamnen kan det lösas med fartygens egna lossningsmöjligheter alternativt mobila kranar. Det senare medför extrakostnader. Kapacitet att ta emot och lossa har ännu inte blivit en flaskhals, då ingen hamn ännu tackat nej till transporter.⁴²

Flödet av kraftverkskomponenter genom en hamn beror således på en tillräcklig infrastruktur för att hantera aktuella fartyg och last, samt att kunna hantera ett tillräckligt stort och snabbt flöde från fartyg genom hamnen med mellanlagring och vidare mot vindparken, samt att vindparken kan ta emot i erforderlig takt. Ytterligare komponenter är kompetens att effektivt hantera högvärdigt, tungt gods, systematik i upplagen i hamnen samt goda anslutningsvägar ut mot vindparker.

Kajplatser torde inte vara någon trång sektor så länge hamnen inte opererar på full kapacitet. Men om det är flera olika parker som nyttjar samma hamn kan det slumpa sig så att flera fartyg kommer samtidigt under samma vecka och inga veckan efter, vilket naturligtvis påverkar totala flödet genom hamnen. Vidare kan kajplatser vara regelmässigt uppbokade vissa tider för schemalagd trafik såsom för färjor och skyttlar.

Turbintillverkarna nyttjar olika transportörer för olika skeden i transport från fabrik till vindpark. Dessa är i sin tur olika effektiva, vilket naturligtvis påverkar genomströmningen i hamnen. Det är även vanligt med kort förvarning inför ett hamnanlop, ofta endast två veckor. De förfrågningar som kommer i tidigare skede är för oprecisa för att kunna nyttjas för planering. Prognososäkerheterna är således stora.⁴³

Olika hamnar har olika lösning för när man har ansvar för lasten. Så har exempelvis Gävle hamn valt att endast ansvara för lossningen, dvs från lasten lyfts från fartyget till den når kaj. Efter det tar speditören vid och antingen transporterar direkt till vindparken (cross-docking) eller till ett upplag inne i hamnen. Normalt sett finns varken transportkapacitet eller möjlighet att ta emot allt på vindparken för det lossade godset. Det behöver därför mellanlagras i hamnen på ett område med tillräckligt bärighet. Detta innebär att turbintillverkarens val av transportör påverkar flödet genom hamn. En effektiv

⁴² Intervju med Nordisk Vindkraft

⁴³ Intervju med Gävle hamn

transportör som möter upp alla fartyg, har god kapacitet att transportera och som mellanlagrar komponenterna så de transporteras vidare till vindpark i rätt ordning ökar självklart flödet genom hamnen. Det finns anekdoter om att komponenter körts från hamnen i fel ordning, att förare valt fel väg från hamnen etc, och även om sådant inträffar ska de nog mest uppfattas som just anekdoter. Samtidigt bör man vara medveten om att ju fortare en bransch växer, desto mer ökar risken för att sådana incidenter uppträder.

Lyftresurserna i form av fasta eller mobila kranar är avgörande för hur snabbt ett fartyg kan lossas. Hamnar som inte har tillräcklig egen kapacitet kan hyra mobila kranar. Slutligen kan fartygen själva ibland ha egen lyftkapacitet. I det fallet kan dock lossningen ta betydligt längre tid.

Som riktmärke kan man säga att en hamn med god krankapacitet klarar av att lossa c:a två kompletta verk om dagen, medan en hamn med mindre krankapacitet klarar av ett komplett verk om dagen (beroende på typ av vindverk). Fartyg från Europa lastar c:a fyra verk vilket innebär att lossningen av ett fartyg kan beräknas ta 2-4 dagar men det finns exempel på betydligt större fartyg med större last – det tredubbla.⁴⁴

Det finns restriktioner för sjöfarten utifrån Sjöfartsverkets krav på isklass. Det innebär i praktiken att Norrlandshamnarna har olika restriktioner under tiden från december till som längst maj, vilket dock inte behöver påverka så mycket med tanke på att byggsäsongen inte pågår under vintern.

Studien kompletterade intervjuerna med en enklare enkät kring hamnkapaciteter i Norrland som skickades till representanter för respektive Norrlandshamn. Svar inkom från Luleå, Skellefteå, Skärnäs, Umeå samt Örnsköldsvik. Resultaten ger vid handen att det finns flera norrlandshamnarna med kapacitet att ta emot mellan 50 och 100 verk per år även om efterfrågan från andra branscher skulle öka. Man har även erfarenheter av att hantera denna typ av last i omfattning av upp mot 50 verk per år.⁴⁵ Några hamnar har dessutom kapacitet att lossa vindkraftverkskomponenter från fler än ett fartyg samtidigt.

Flera norrlandshamnarna har således god potential att verka som en nod i ett transportsystem som innebär utbyggnad av en park på 100 verk/per år. En park som innehåller 100 verk skulle dock i princip omöjliggöra nyttjandet av samma hamn för byggandet av en annan park (oberoende av storlek) samma år. Vidare kan det vara så att närmaste hamn inte har mer än hälften av den kapaciteten. Hamnarna är således kritiska noder i försörjningskedjorna.

⁴⁴ Intervju med Piteå resp Gävle Hamn

⁴⁵ En av de större hamnarna klarade av 25 fartygsanlöp med totalt 97 vindkraftverk under ett år från tre olika tillverkare.

4.3.2 Landsvägstransporter

Vindkraftverkskomponenter är ofta långa, breda och/eller tunga. Transporter från hamn till vindpark kräver såväl infrastruktur som fordon som kan hantera detta. Maxhastighet för transporter är 60 km i timmen. Tyngden i transporterna innebär ett slitage på vägarna.

Vägkapacitet från hamn till vindpark utreds av exploatören tidigt för att identifiera olika flaskhalser och för att kunna välja lämpligaste väg. Exempelvis på transportplanering inom logistik omfattar körspårsanalyser och provkörningar. Flaskhalsar i vägtransporter är till exempel passage genom samhällen som ligger längs de stora vägarna med olika typer av fasta hinder såsom trafikljus och större skyltar som kan behöva monteras ned för att säkerställa framkomlighet med ekipagen. Andra problematiska exempel är broar (för låga att passera eller för svaga att använda) och sträckor med för dålig bärighet i vägganten samt motorvägar med mitträcke som inte går att ta bort.⁴⁶

Vägnätet och dess framkomlighet förändras över planeringsfasen. Strukturella förändringar kan vara stora, vilket kan påverka framkomligheten såväl positivt som negativt. Vägunderhåll, nya vägar/sträckningar och byggandet av cirkulationsplatser är några olika exempel på detta. Planeringsskedet söker hantera flera av dessa faktorer, bland annat genom kontinuerliga kontakter med Trafikverket med årsvis uppföljning.

Norrlandshamnarna har som regel minst en god anslutningsväg och därmed access till Europavägen E4, även för den typ av gods det är frågan om vid vindkraftsutbyggnad. Dock är det oftast få anslutningsvägar (riksvägar) i öst-västlig riktning per hamn, och i nord-sydlig riktning handlar det huvudsakligen om E4:an. Det innebär att det finns relativt få alternativa vägar mellan hamn och vindpark.

Vägnätet i Norrland är dock tillräckligt för att kunna hitta alternativa vägar om huvudalternativet inte skulle kunna användas. Under genomförandet krävs dock kontinuerlig kontroll av vägarna, då det kan hända något med infrastrukturen innan allt är klart. Så kan exempelvis broar skadas och vägar bli sönderkörda.⁴⁷

Det finns ett fungerande vägnät i Norrland, men det finns utmaningar. Ovan har vi nämnt några. Ytterligare en är väderförhållandena som starkt kan försvåra den typ av transporter det är frågan om. Även om byggsäsongen är koncentrerad till den varmare tiden på året kan förseningar eller stora parker innebära att arbetet pågår in i vintermånaderna och därmed kan väderförhållanden påverka transporterna.

⁴⁶ Intervju med Nordisk vindkraft

⁴⁷ Intervju med Nordisk vindkraft

Det finns informella grupper som diskuterar transportfrågor, men man träffas generellt sett inte regelbundet utan mötena tenderar att vara sporadiska. Nationell inriktning på utformning av infrastruktur är att timmerbilar med påhängsvagn är normgivande för vägutformningen. Det finns dock exempel på när vindkraften fått gehör för sina behov och exempelvis med körspårsanalyser kunnat bistå Trafikverket och/eller kommuner i deras planering. Avgörande för framgång är att vara tidigt ute och att beredas tillfälle att delta, vilket varit fallet i några nyckelkommuner. Om man kommer med sent i planeringen är det svårt att påverka.

Det har hittills inte varit möjligt att få gehör på nationell nivå, exvis i form av nationella riktlinjer för utformning som tar hänsyn till långa transporter. Det skulle vara värdefullt om Trafikverket tog ett helhetsgrepp och fastslog fungerande antaganden kring utformning av cirkulationsplatser och demonterbar utrustning för hinder som kan tänkas reducera framkomligheten. Sådana arbeten finns, men företrädesvis på regional nivå.

Transportfordon finns det tillräckligt av, särskilt om de kontrakteras i ett tidigt skede. Innan miljöprövningen vunnit laga kraft sker ingen kontraktering, men man följer kontinuerligt utvecklingen av vägnät och hamnar etc. Det kan vara problem att få tag i fordon för att provköra sträckorna, vilket måste göras innan dispensansökan. I slutändan är det turbinleverantörerna som hyr in transportörer och vindkraftverken beställs två år innan de faktiska transporterna sker.

I Sverige finns totalt 15-20 fordon som är anpassade för vindkraftstransporter, men i Danmark och Tyskland är tillgången betydligt bättre. Under den nuvarande lågkonjunkturen finns närmast ett överskott på specialfordon, men skulle det råda hög efterfrågan i Danmark, Tyskland och Sverige finns en risk för underskott.⁴⁸

Förutom specialfordonen finns andra möjligheter att transportera delar till torn, exempelvis med tung trailer på 60-70 ton. Då behövs kranar för att lyfta delarna av och på trailer. Företag med sådan transportkapacitet är med och konkurrerar om anbud, och konkurrensen om uppdragen är hård.⁴⁹

Under optimala förhållanden kan man med tre specialfordon transportera 3-4 verk från hamn till vindpark per dag. Det beror dock på avstånd, typ av torn, logistik i vindparken, väderförhållanden etc. Resandet av tornen utgör dock ofta en betydande flaskhals. Om flera kranar används på en vindpark kan man närma sig den kapaciteten, men normalt är att man reser ett verk på en dag och sedan flyttar kranen till nästa fundament, vilket kan ta mellan 24-36 timmar. Det betyder att normal transporttakt är 2-3 verk i veckan.⁵⁰

⁴⁸ Intervju med Wallners specialtransporter

⁴⁹ Intervju med Söderhamn LBC

⁵⁰ Intervju med Wallners specialtransporter

4.4 Utrustning och maskiner

Vid anläggning av en vindpark till land kan man tala om tre övergripande arbetssteg. Det första är anläggningsarbete i parkområdet som omfattar såväl infrastruktur såsom vägar och uppställningsytor, som fundament för vindkraftverken. Det andra är resandet av vindkraftverken och det tredje är elanläggningsarbetet. Större parker genomför typiskt inte anläggningsarbete och fundamentarbeten samma år som man monterar/reser vindkraftverken. Om möjligt vill man gärna att elanläggningsarbetet påbörjas i nära anslutning till resandet av vindkraftverken för att kunna börja producera el.

Byggandet av infrastrukturen handlar ur ett logistiskt perspektiv om sten och grus etc för utfyllnad och betong för att bygga vägar, uppställningsplatser och fundament. Detta försöker man i största möjliga utsträckning utvinna nära vindparken. Större parker installerar betongstationer så att behovet av betongbilar kan hållas nere. Det reducerar även det totala transportbehovet. Vidare kan man då nyttja lokala företag som underleverantörer.⁵¹

Kranar och annan specialutrustning lastas på flera lastbilar och är därför inte en utmaning utifrån ett framkomlighetsperspektiv. Dock ökar det belastningen på vägarna.

I samband med byggandet av Havsnäs vindkraftpark (48 verk) undersökte man bland annat behov av utrustning. I slutrapporten⁵² finns sammanställning av maskiner och utrustning som användes samt under hur lång tid. I samma rapport finns en inventering av befintliga maskiner i Jämtlands och Västernorrlands län.

Reflektioner som görs i rapporten är att det vid en första anblick ser ut att vara en väldigt god tillgång av olika maskiner och personal att hantera dessa. Det svåra är att bedöma konkurrensen om resurserna. En annan svårighet är att veta när i tiden de behövs (baserat på när tillstånd vunnit laga kraft och arbetet kan börja). Slutligen är marknaden för utrustning och maskiner internationell och det finns tillgång och efterfrågan på dessa inom såväl övriga Sverige som i Europa.

En viktig resurs är kranar för resandet av tornen. Uthyrning av den typ av kranar det handlar om är i huvudsak en regional marknad (Norge, Danmark, Sverige, Finland eventuellt Baltikum), då det saknas ekonomi i att transportera kranarna allt för långt. Det krävs mellan 17 och 30 trailers för att frakta kranarna till annan geografisk plats beroende på kranstorlek.

En vanlig kombination av kranar vid byggande av en större vindpark är en (till två) huvudkran(ar) som har kapacitet till tunga och höga lyft (600/750 ton) och

⁵¹ Intervju med Nordisk vindkraft

⁵² Strömsunds kommun (2011) Arbetskraft, kompetenser och faciliteter för storskaligt vindbruk, Slutrapport 2011-02-28

en hjälpkran på 120/160 ton). Till detta kan komma ytterligare en kran för att flytta de andra kranarna mellan fundamenten. Det finns dock variationer på detta.⁵³

Normalt tar det c:a 3-5 dagar att montera kranarna, och det tar c:a 15-50 timmar att flytta dem mellan fundamenten, beroende på sådant som hur hård marken är mellan fundamenten (hur mycket kranarna behöver demonteras för att kunna flyttas).⁵⁴

Det har funnits en överetablering på storkranar under de senaste åren, beroende på låg marknadsefterfrågan och på branschens investeringar i storkranar⁵⁵ (från en kran med lyftkapacitet på 750ton år 2010 till tolv år 2012), men nu börjar det bli en jämnare balans då antalet projekt bättre matchar antalet kranar.⁵⁶

4.5 Slutsatser

Vi uppfattar det som att hamnkapaciteten är en avgörande faktor för möjligheten att genomföra en storskalig utbyggnad av vindkraften i Norrland som det finns planer på. Kopplat till detta är optimering av transporter från hamn till vindpark för att skapa ett större flöde genom hamnarna.

Intervjuer med representanter för två olika hamnar indikerar att man tidvis under året ligger på maximum av kapaciteten för att ta emot vindkraftverk, men att det tidvis finns ledig kapacitet. Ett mellan transportörerna synkroniserat flöde skulle således innebära att fler verk kan hanteras per år.

Infrastruktur i form av vägar från hamn till vindpark finns och har hittills klarat av att bära utbyggnaden. Det finns några utvecklingar som pekar på att det kan uppstå utmaningar. Utvecklingen mot större vindkraftverk kan innebära ett motsatsförhållande mellan vägutbyggnad i form av cirkulationsplatser och mitträcke. Utvecklingen mot fler verk kan innebära en större belastning på vägarna, såväl utifrån köbildning vid flaskhalsar, som slitage på vägar.

Generellt kan man säga att flaskhalsar i form av samhälle längst vägarna inte inneburit problem, men om omfattningen på utbyggnaden skulle öka kraftigt kommer flaskhalsarna att öka i betydelse. Ett mindre samhälle som under en räkna av år dagligen under sommarhalvåret får uppleva ett stort antal dispenstransporter påverkas naturligtvis av detta på ett helt annat sätt än om det endast kommer några stycken.

En branschsamordning med inriktning att påverka infrastruktur-utbyggnaden på såväl nationell som regional/lokal nivå i områden med stora riksintressen för

⁵³ Intervju med Nordic Crane Wind AB

⁵⁴ Intervju med Nordic Crane Wind AB

⁵⁵ Kostnaden för en storkran ligger i spannet 60-80 milj kr

⁵⁶ Intervju med Nordic Crane Wind AB

vindbruk skulle kunna leda till att vindkraften får en större betydelse för utformningen av Sveriges infrastruktur.

Det är svårt att få en bild av om transportkapaciteten från hamn till vindpark är en trång sektor, då det i praktiken är en internationell bransch och turbintillverkarna kan nyttja såväl lokala som andra speditörer. Det finns exempel på såväl tyska som danska speditörer och norska och finska kranuthyrare som ansvarat för delar av det logistiska flödet. I det perspektivet kan andra länders utbyggnad vara en bidragande faktor till en eventuell resursbrist.

Även maskiner och utrustning finns på den öppna marknaden och konkurrerar såväl med annan utbyggnad som med andra infrastrukturella projekt såsom broar och vägar. Allmänt konjunkturläge påverkar således efterfrågan och därmed balansen mellan efterfrågan och utbudet. Sammantaget är det därför svårt att beräkna om detta är en trång sektor.

4.6 Risker i försörjningskedjorna

Ovan har vi gått igenom flera delar av de materialflöden som är intressanta utifrån storskalig utbyggnad av vindkraft. Nedan kommer vi att komplettera den beskrivningen med risker.

Övergripande är det ekonomin som är helt avgörande för den storskaliga utbyggnaden. Det är till största delen privata aktörer som behöver kunna få tillbaka intäkter som både täcker investeringarna och som genererar vinst.

Den generella uppfattningen är att vindkraften inte bär sig ekonomiskt utan subventioner (elcertifikaten) och ett lågt elpris gör inte situationen bättre.

Brist på överföringskapacitet i elnätet från norr till syd och eventuellt vidare till kontinenten är välkänd varför vi inte behandlar det vidare här. Vidare finns det ett antal studier som utreder vad som händer med elproduktionen när kärnkraften passerat sin livslängd. Andra påverkansfaktorer handlar om opinionsläget i berörda områden. Det är något som kan svänga i såväl uppfattning som omfattning. Vissa kommuner verkar ha blivit något mindre positiva än tidigare.

Allt detta är exempel på faktorer som övergripande påverkar den storskaliga utbyggnaden av vindkraft som man bör ha med sig. I denna studie har vi ett fokus på logistiska utmaningar. Det innebär att vi inte intresserar oss primärt för risker i utbyggnaden, utan risker som hänger samman med materialflödet. Så skulle ett lågt elpris innebära en risk att utbyggnaden sker i betydligt lägre takt vilken inte innebär en utmaning för materialflödet. Däremot innebär ett högt elpris troligen ökad utbyggnad vilket definitivt innebär en ”risk” i logistiskt hänseende.

Den första risken är väder. Klimatet i Norrlandslänen påverkar utbyggnaden utifrån ett antal aspekter. Isläget innebär restriktioner för sjöfarten utifrån Sjöfartsverkets krav på isklass. År med bister väderlek och tidig kyla som hänger i länge på våren ökar restriktionernas längd. Vädret kan även påverka landsvägstransporterna. Det har inträffat att lastbilsekipage har glidit av körbanan i november, vilket självklart innebär förseningar.

Det går att resa vindkraftverk även under vinterhalvåret, men det innebär mer arbete och därmed fördröjningar.⁵⁷

Vid utbyggnad av vindkraft till havs är väderförhållandena än mer avgörande. Tillförlitliga väderprognoser ger bättre underlag för när fartyg behöver söka skydd och därmed bättre effektivitet.

Om en storskalig utbyggnad sker i Norrlandslänen kan byggsäsongen komma att bli längre och då behöver relevanta aktörer ha beredskap för att hantera väderförhållanden som förekommer i Norrlandslänen (is, snö, kyla, mörker etc).

Den andra risken är att utbyggnaden ökar betydligt och att infrastrukturen inte klarar av storleken på/omfattningen av transporter. Ett högre elpris skulle kunna skapa en sådan utveckling och om den genereras av efterfrågan på kontinenten skulle effekten på resursefterfrågan vara än större. Möjligheterna för aktörer (dvs transportörer etc) att investera finns om än troligen med viss tidsfördröjning. Infrastrukturmässiga förändringar behöver troligen vara införda, då ledtiderna kan vara långa för sådana åtgärder.

Hamnkapaciteter går att påverka, inte minst möjligheten att mellanlagra på hårdgjorda ytor, även om den varierar för olika hamnar. Här bör möjligheten att synkronisera mellan olika transportörer och respektive hamn utvecklas, för att skapa jämnare flöde genom hamnar till vindparker. Det har gjorts mellan hamnar och andra branscher, såsom gruvnäring och trä/massa.

Den tredje risken (som delvis hänger samman med den andra risken) handlar om konkurrensen om transportresurserna. Den kan vara driven av att utbyggnadstakten ökar kraftigt enligt ovan vilket kan leda fram till en konkurrens om resurserna inom branschen, men den kan även vara driven av ett ekonomiskt uppsving och konkurrens från andra branscher.

Den fjärde risken hänger samman med olyckshändelser under transporterna. Skador på exempelvis vägnätet kan resultera i störningar i form av begränsad framkomlighet, och i vissa fall totalstopp på vägarna. Störningen mäts i antal timmar som fordon är stillastående i trafiken till följd av planerade eller oplanerade störningar och definieras som fordonstimmar eller stopptimmar. Andra typer av olyckshändelser hänger samman med personsador och kan påverka opinionen i samhällen som är flaskhalsar längst transportvägarna.

⁵⁷ Intervju med Nordic Crane

En femte risk är händelser som direkt kan få konsekvenser är förändrade regelverk, exempelvis regler kring dispenser för transporter. Maximal sträcka (räknat fågelvägen) för dispenser har reducerats i steg under de senaste åren och en sådan fortsättning kan komma att reducera möjliga parkområden. Förändringar i tillämpningen av miljöprövning kan innebära längre totaltid för byggandet av vindparker, vilket skulle göra synkroniseringen mellan olika aktörer ännu svårare.

Ovan har vi redovisat ett axplock av potentiella risker som kan påverka den storskaliga utbyggnaden av vindkraften. Möjligheten att analysera dessa och komplettera dem hänger samman med att ha tillgång till relevanta aktörer, exempelvis i gemensamma workshops. Resultat från sådant arbete skulle kunna utgöra grund för såväl myndigheter som privata aktörer för deras planering.

5 Syntes

De fysiska flödena vid en storskalig utbyggnad är i megatonklassen och frågan har ännu inte aktualiserats om det finns resurser och infrastruktur som kan hantera detta, inte minst i en miljö av konkurrens från andra branscher.

I de två tidigare avsnitten har vi redovisat för två övergripande områden som innehåller utmaningar för den storskaliga utbyggnaden av vindkraft. Det ena området handlar om hur information som finns i tidiga skeden av utbyggnad inte på ett enkelt sätt kan nyttjas i senare skeden då den inte innehåller uppgifter som behövs av aktörer längre ner i kedjan. Det andra området handlar om de utmaningar som omfattas av hanterandet av de fysiska storheter som det innebär med storskalig utbyggnad.

Osäkerheterna i om en enskild vindpark faktiskt kommer att byggas och i så fall när och med hur många verk, är så stora fram till ett ganska sent skede i planeringen att det är svårt för andra aktörer att nyttja informationen som underlag för dimensioneringar.

De långa ledtiderna för vissa av tillståndprocesserna och osäkerhet i utfall av ansökan kombinerat med att ansökan inte förpliktigar att bygga innebär att aktörer längre ner i kedjan inte kan ha kvalitetssäkrade underlag för sina beslut. De kommer att stå inför en genuin osäkerhet avseende hur många verk som kommer att byggas var och när. Investeringar i infrastruktur och resurser får därför ske på spekulation utifrån hur omfattande utbyggnaden av vindkraft kommer att bli.

En synkronisering av informationsflöden och en överföring av information mellan aktörer har antagligen en potential för att öka effektiviteten i försörjningskedjan för utbyggnaden. Samtidigt kan sådan informationsöverföring innebära att affärshemlig information blir tillgänglig för andra, som kan utnyttja den för sina syften. Slutligen kan det vara så att aktörerna även om de vill överföra information, inte kan göra det då de själva är osäkra på hur mycket som ska byggas och när, fram till sena skeden i processerna.

När man studerar de fysiska flödena finner man att hamnarna är en avgörande nod i transporterna. Avstånden i Norrland innebär att vindkraftverk behöver levereras till en norrlandshamn innan det kan vidaretransporteras till vindparken där det ska resas. Ännu har ingen av de hamnar vi varit i kontakt med behövt säga nej till några vindkraftrelaterade transporter, men det finns exempel på att transporter till olika vindparker har sammanfallit och därmed samtidigt efterfrågat tillgänglig kapacitet. Vi har även funnit att de planer som finns på utbyggnad innebär att hamnkapaciteten i närmaste hamn inte räcker till. Byggs flera större parker (totalt över 100 vindkraftverk) i samma område under samma år kommer troligen inte hamnkapaciteten i det området att räcka till.

Hur stor är då sannolikheten att så många eller fler verk kommer att resas inom ett geografiskt område under ett och samma år? Turbintillverkare har vanligtvis ansvar att leverera vindkraftverken från fabrik till park (och där resa verken). Förfrågningar från dessa om hamnkostnader är till inte förpliktigande och kan därför inte vara grund för hamnars investeringsbeslut kring kapacitet i exempelvis upplagsområde eller krankapacitet. Hamnansvariga har således inte tillgång till några goda underlag avseende efterfrågan från vindkraften för sina investeringsbeslut.

Vindkraftsutbyggnaden och därmed efterfrågan på resurser beror främst på ekonomiska möjligheter, i slutändan av elpriset inklusive olika typer av subventioner. Hur ställer sig finansiärer till den investeringssituation de har? För tillfället är elpriset relativt lågt, men det förändras över tiden, inte minst när kärnkraften når sin maximala livslängd och om den då inte omsätts. Hur väl lyckas olika exploatörer med att få finansiärer till sina projekt? Det är frågor som är avgörande för utbyggnadstakten, men som får förbli obesvarade här.

Annan infrastruktur och övriga resurser som krävs för utbyggnad finns i Norrland och i det nära utlandet. Var går gränsen för när vägnätet inte orkar med en specifik utbyggnadstakt? Vägnätet har ännu inte stoppat transporter till en vindpark och transportresurser finns. Utbyggnaden har dock hittills inte varit av så stor omfattning att man kan tala om megaton. Återigen är det en fråga om synkronisering i informations-flödet mellan aktörerna. Genom att sprida utbyggnaden i tid och rum så finns bättre möjligheter att nyttja den samlade kapaciteten.

Det finns flaskhalsar (exempelvis i form av samhälle och cirkulationsplatser) och brister i bärighet i vägnätet. En kraftig ökning av tunga transporter på vägarna ger ökat slitage. Trafiken i sig kan även uppfattas som en belastning för boende längs vägarna och påverka opinionen.

I samband med landsvägstransporterna är det avgörande att ha tillgång till den typ av fordon som krävs för transporter av långa, breda och tunga komponenter. Till del är detta en internationell marknad, vilket innebär att transportfordon hemmahörande i andra länder kan nyttjas, vilket även görs. Dessa nyttjas inte exklusivt för sådan typ av transport, varför annan efterfrågan påverkar tillgängligheten. Sammantaget är det därför svårt att beräkna om detta är en trång sektor.

Transportresurser och specialmaskiner såsom kranar är möjliga att anskaffa. Desto mer specialiserade de är, desto viktigare att utbyggnadstakten består. I det perspektivet är det viktigare med en jämn utbyggnadstakt över åren. Stora svängningar mellan åren innebär påfrestningar för finansieringen.

Det finns resurser och infrastruktur som kan stödja en omfattande utbyggnad, men utan synkronisering finns en uppenbar risk att såväl infrastruktur som

resurser som krävs för utbyggnaden kommer att användas på ett icke optimalt sätt och i värsta fall reducera önskvärd utbyggnadstakt.

Resultatet av brist på synkronisering är att tillförlitligheten i utbyggnadstakten påverkas, utbyggnadstiden per vindpark riskerar öka (lång reaktionstid vid ökad efterfrågan) och flexibiliteten reduceras pga uppkomst av oavsiktliga flaskhalsar.

Vår uppfattning är att det finns en betydande utvecklingspotential i materialflödena från fabrik till vindpark i ett helhetsperspektiv för branschen (observera att vi inte avser enskilda företag och deras materialflöde vilka kan vara högeffektiva) och att dessa kan effektiviseras om informationsflöden kan synkroniseras mellan aktörer och de fysiska flödena.

6 SCOR – Ett verktyg för analys och modellering av försörjningskedjor

I detta kapitel redogör vi inledningsvis översiktligt för SCOR. Därefter går vi igenom den metodik man använder i SCOR och hur den stegvis har lett oss fram i vår analys och de resultat vi nått genom att arbeta med SCOR applicerat på vindkraftsutbyggnaden. Det avsnittet innehåller illustrationer på övergripande nivå hur vi arbetat och hur man kan driva arbetet vidare. Sammantaget visar de på ett koncept på en modell baserad på SCOR som kan nyttjas av aktörer inom vindkraftsutbyggnaden. Slutligen diskuterar vi möjligheten att utveckla en version av SCOR som innehåller de branschspecifika delarna inom vindkraft.

Några läsare kommer troligen att finna kapitlet vara av mindre intresse samtidigt som det är en grund för olika aktörer att kunna resonera kring specifika logistiska utmaningar. Den är även en grund att utgå ifrån för att skapa en mer detaljerad bild av hur materialflödena kan tänkas utvecklas framöver och hur dessa behöver hanteras såväl infrastrukturmässigt som transportmässigt. Slutligen beskriver modelleringsarbetet hur vi kommit fram till delarna i de tidigare kapitlen.

Kunnande om hur man bygger parker (och därtill hörande aktiviteter) är delvis en affärshemlighet som därför inte nödvändigtvis diskuteras mellan aktörer. Vi håller oss därför på en generell nivå som flera aktörer kan tillgodogöra sig. Aktörer kan dock nyttja denna grund som utgångspunkt för att utveckla egna processer.

6.1 Vad är SCOR?

Försörjningskedjor (*Supply chains*) handlar om flödet från tillverkare till kund genom alla skeden. Specifikt handlar det om fysiska flöden, informationsflöden och finansiella flöden. Supply Chain Council (SCC) har utvecklat en världsstandard i form av en referensmodell för kartläggning, mätning och benchmarking av försörjningskedjor. Denna modell går under namnet Supply Chain Operations Reference –model (SCOR).⁵⁸

Typiskt arbetar man i SCOR med hjälp av en *Top-Down* beskrivning och modellen har flera upplösningsnivåer. Supply Chain Council föreskriver inte hur en organisation ska implementera sin egen lösning eller skräddarsy sina specifika informationsflöden. Den har inga formella matematiska beskrivningar av flödeskedjor eller optimeringsmetoder, men har en utvecklad standard för terminologi och processer.

⁵⁸ För ytterligare information hänvisas till SCC hemsida: <http://supply-chain.org/>

SCOR-modellen innehåller på den översta nivån generella beskrivningar av en flödeskedja och omfattar fem grundläggande processer: planera, anskaffa, tillverka, leverera samt returflöden. På nästa nivå bryts processtyperna ner till processkategorier för att därefter brytas ner i processselement. Det finns även en fjärde nivå som bryter ner elementen till aktiviteter. Den nivån är typiskt företagsspecifik. Typiskt mäter man de olika processerna med hjälp av olika standardiserade måttal och dessa kan jämföras med andra organisationers. Det finns även utvecklade *best-practise* för hur processerna bör utformas.

När en organisation arbetar för att förbättra prestandan i sina försörjningskedjor handlar det om tillförlitlighet, reaktionstid, flexibilitet, kostnad samt vilka tillgångar som krävs för att möta kundens behov.

Genom att arbeta igenom en kartläggning av försörjningskedjan för en produkt hela vägen från underleverantörernas underleverantörer till kundernas kunder finns det möjlighet att identifiera och åtgärda suboptimeringar i den totala försörjningskedjan.

6.2 Ett modellkoncept för vindkraftsutbyggnad – resultat från arbetet med SCOR

I detta avsnitt går vi igenom den metodik som finns i SCOR och hur den har styrt oss i analysarbetet kring de logistiska utmaningarna som vi beskrivit i de tidigare kapitlen. Arbetsgången är att beskriva affärsomfånget för den studerade verksamheten för att sedan skapa en geografisk kartbild över de fysiska flödena. Steget efter det är att konstruera flödesdiagram. Modellen kan sedan användas för den problemlösningsanalysen.

En modell bör nyttjas för specifika uppgifter och om det är många olika, rent av konflikterande syften/perspektiv på grund av att det är väldigt olika aktörer som är inblandade kan de högre nivåerna vara generella och nyttjas som en gemensam grund, samtidigt som olika aktörer vidareutvecklar de delar som är relevanta för den egna situationen.

En fördel med SCOR är att den utgår från de högre nivåerna och sedan kan man i steg öka detaljeringsgraden inom de relevanta områdena. Modellen behöver inte bli fullständigt klar med hög detaljeringsgrad för att användaren ska kunna dra nytta av arbetet med modellen. Efterhand som man nyttjat insikterna som följer av arbetet på de högre nivåerna kan användaren fördjupa och förfinas modellen i relevanta delar.

6.2.1 Att konfigurera försörjningskedjorna

I arbetet med att kartlägga försörjningskedjorna inleder man med att identifiera kunder, noder i den egna försörjningskedjan som är nyckelnoder för att nå kunderna samt huvudleverantörer och deras underleverantörer som krävs för att kunna leverera en produkt till kunden. Typiskt jobbar man bakåt i försörjningskedjan, från kund bakåt i kedjan till underleverantörer. Det är denna beskrivning som är affärsomfånget.

En bild av försörjningskedjan för vindkraft illustrerar hela flödet från underleverantörer till turbintillverkare till elbolagen och deras kunder, dvs konsumenterna. För vindkraft är det en delvis bruten kedja. Istället för en flödeskedja så är det två delkedjor, en som omfattar utbyggnad av kapacitet och en som producerar el. I modelleringstermer blir det två affärsomfång- ett för byggandet av vindkraftparker och ett som beskriver elproduktionen (drift och underhåll).

Affärsomfånget för utbyggnad av kapacitet i form av byggandet av vindkraft omfattar leverantörer, den egna organisationen samt kunder. Byggandet av parken hamnar i centrum och kunden kan reduceras till parkägaren, även om dennes koppling till elkonsumenterna utgör den andra delen av försörjningskedjan.

De tre huvudsakliga leverantörsdelarna handlar om infrastruktur i vindparken, tillverkningen av vindturbinder (WT) och resandet av vindkraftverk samt anslutning till elnät, dvs de delar vi redogjort för i avsnitt 2.2. Det är således det affärsomfång vi tagit fram för SCOR-modelleringen som har givit systembeskrivningen som vi använt i studien.

En generell bild av affärsomfånget för utbyggnad av vindkraft återfinns i bild 6.1 nedan. Detta är dock endast den ena delen av affärsomfånget. Den andra delen omfattar elproduktionen, dvs de delar som finns under kunddelen i affärsomfånget för utbyggnaden.

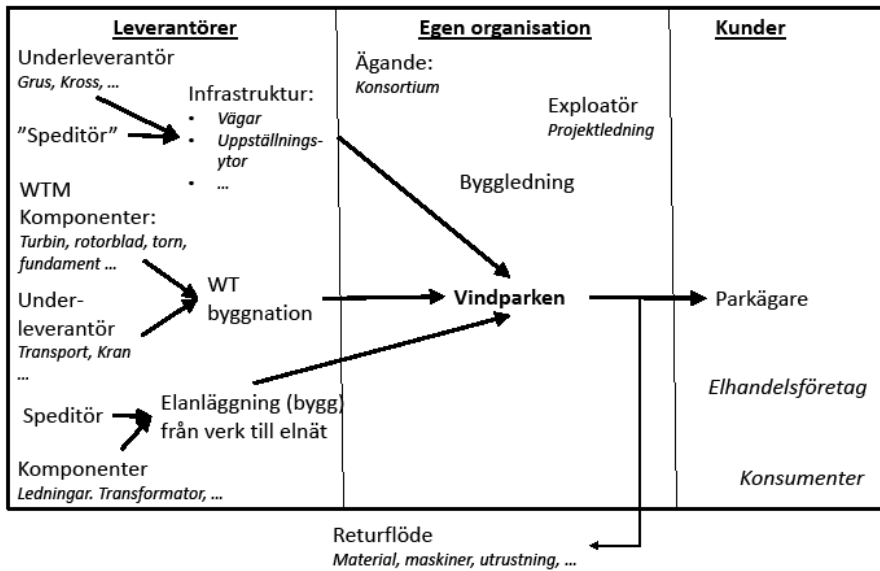


Bild 6.1; Affärsomfånget för en vindpark

Affärsomfånget för produktionskedjan omfattar producenter, elhandel och distribution samt kunder. Avbildningen av det fysiska flödet blir enkelt, medan informationsflödet blir mer komplicerat. Även om produktionskedjan är en del av försörjningskedjan så omfattar den inte de logistiska utmaningar som hänger samman med utbyggnaden, varför vi inte vidareutvecklar den modelldelen av försörjningskedjan.

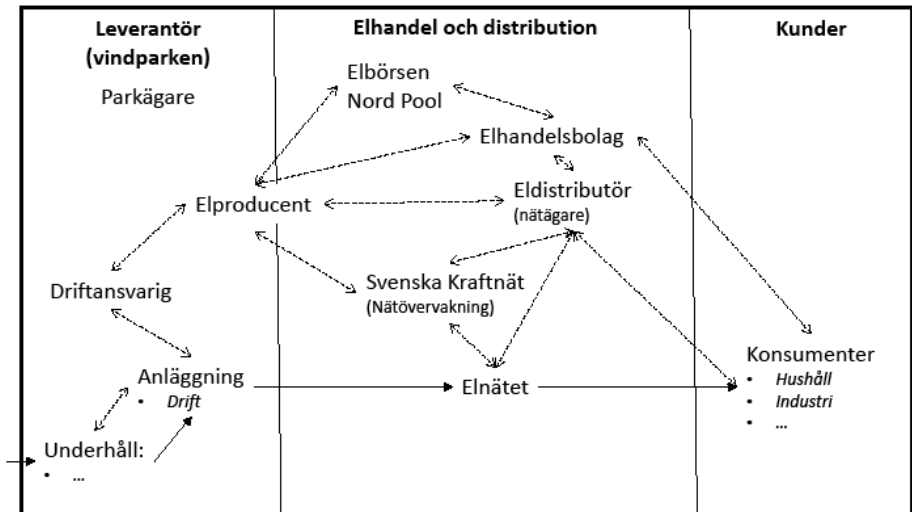


Bild 6.2; Affärsomfång för elproduktion (baserat på drift och underhåll) från vindkraft till konsument.

Det andra steget i SCOR-modelleringen innebär att man visualiserar de fysiska flödena i en geografisk kartbild genom att placerar noderna i första arbetssteget på en karta och identifierar vad som driver respektive steg i försörjningskedjan. Dessa kompletteras i ett tredje steg med respektive planeringsprocess och informationsflöden som krävs för att försörjningskedjan ska fungera.

I den geografiska kartan nedan (bild 6.3) visas hur man för vindkraftsutbyggnaden lägger ut noder på högsta nivå. Detta förfinas efterhand, exempelvis med transportvägar och – noder såsom hamnar som krävs för att ta emot transporter, vägar för att föra fram vindkraftverkskomponenter och så vidare. Idén är att man arbetar sig bakåt i försörjningskedjan och identifierar varifrån varan och dess inputs är lokaliserade. Dessa blir noder i försörjningskedjan och binds samman med flödespilar. Kartan kommer att inkludera fabriker, lager/mellanlagring och insatsvaror för hela försörjningskedjan och utifrån dessa de fysiska flödenas väg. Det ligger sedan till grund för planering av exempelvis uppläggsplatser, transportplanering och informationsflöde.

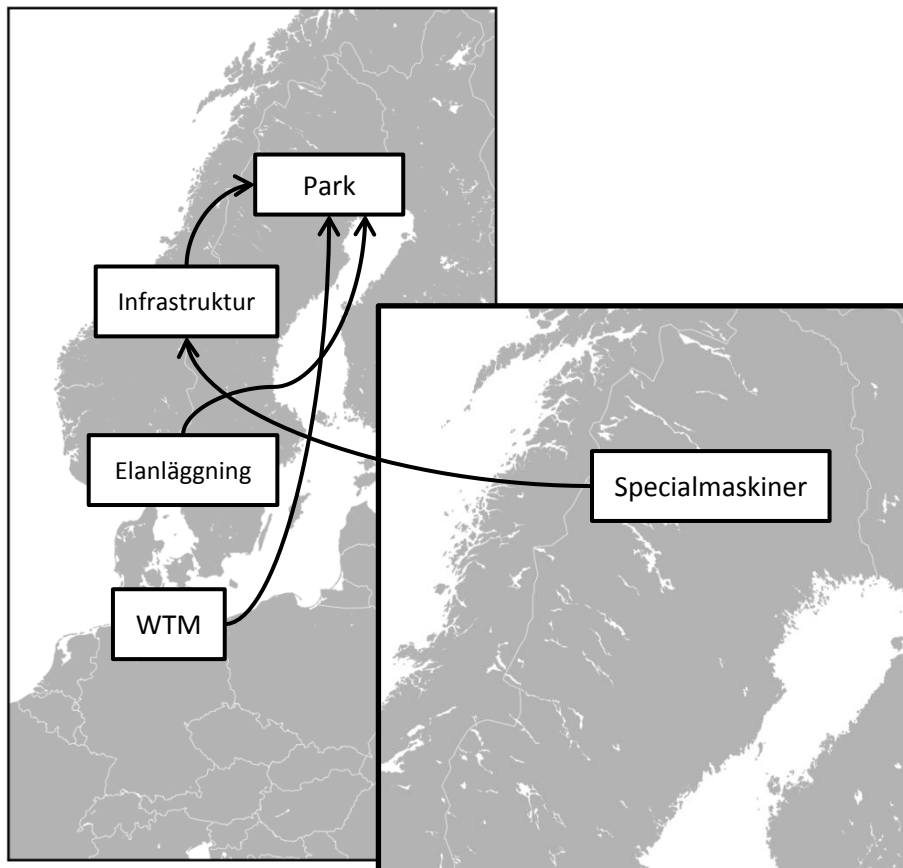


Bild 6.3; Illustrativ geografisk kartbild över leverantörer vid utbyggnad av vindkraft. Den geografiska kartbilden får en ökad detaljeringsgrad efterhand som man lägger ut de fysiska flödena och de noder dessa passerar.

I bild 6.3 har vi valt att endast lägga in högsta nivåns noder för att undvika en allt för plottrig bild. Efterhand som vi ökade detaljeringsgraden i flödesbeskrivningarna framkom de olika delarna i försörjningskedjan från leverantör till vindpark. Resultatet från det arbetet har legat som grund för analysen av de fysiska flödena i kapitel 4. Det var bland annat detta som ledde fram till att vi identifierat hamnarna och deras kapacitet som kritiska noder i utbyggnaden.

Det tredje steget utvecklar de planeringsprocesser och informationsflöden som krävs för att den del av försörjningskedjan som omfattar de fysiska flödena ska fungera. En konceptuell modell över flödesstyrningen finns i bild 6.4 nedan. Det är resultatet från den som blev grunden för vår intressentmodell.

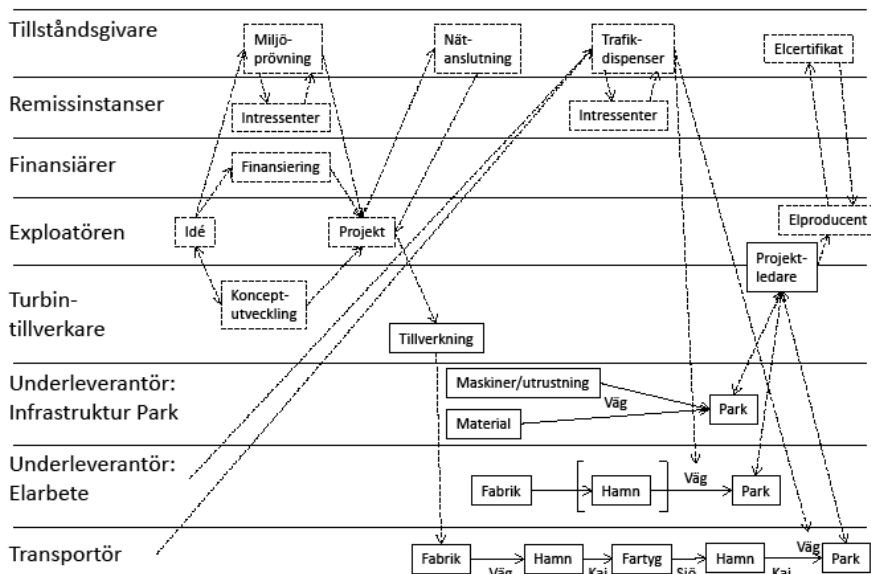


Bild 6.4; Flödesstyrning för såväl informationsflöde som fysiska flöden.

6.2.2 Informationsflödet fram till projekt

Som nämnts ovan arbetar man i SCOR med hjälp av en *Top-Down* beskrivning och modellen har flera upplösningsnivåer. Utifrån de högre nivåerna kan man öka detaljeringsgraden inom de delar man uppfattar ha potential att förbättras/effektiviseras, exempelvis utifrån att man beräknat måttetal för de olika processerna. Alternativt kan man välja att arbeta sig igenom hela försörjningskedjans delar och analysera möjligheten att effektivisera. Ett exempel på det är att börja med en fördjupning av informationsflöde för miljöprövning samt finansiering som ska leda fram till ett projekt. Genom att gå igenom de processteg som ingår och analysera dessa, mäta var den största tids- och kostnadsåtgången finns, ta fram alternativa processer, bland annat från de *best-practise* som SCOR erbjuder, så kan man finna mer effektiva arbetssätt. Genom att nyttja en metodik som kallas ”*staple yourself to an order*”⁵⁹ som innebär att man följer de olika stegen i hanterandet av en beställning, får man en bild av var hanteringen av en ordersedel är mindre effektiv. Samma metodik kan

⁵⁹ Shapiro et al. (1992)

nyttjas när man följer ansökningar. Visar det sig t ex att många ansökningar kräver kompletteringar är det mot detta som effektiviseringen bör riktas. Om det istället är så att det finns ett antal moment som inte innebär någon förädling utan endast tidsfördröjning bör man undersöka om dessa kan tas bort.

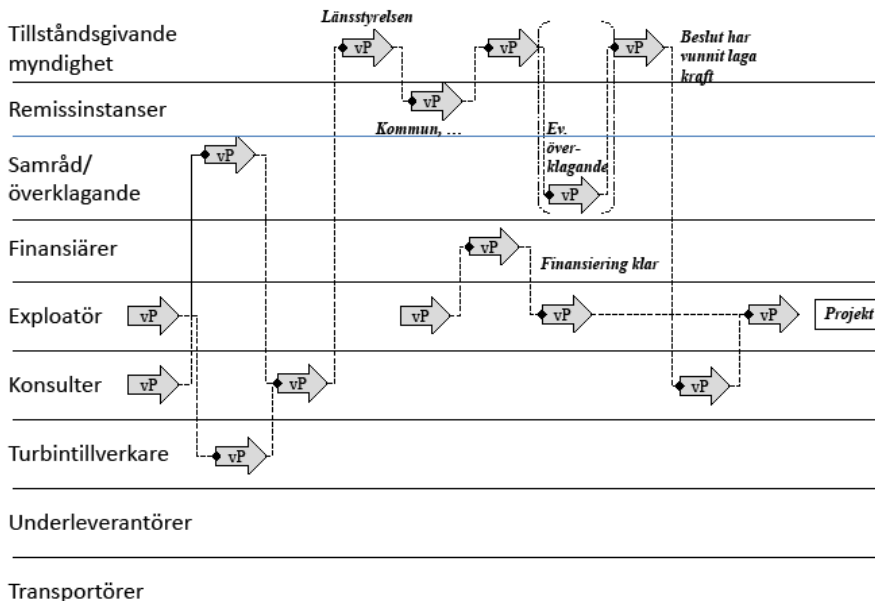


Bild 6.5. Modellering av informationsflöde för miljöprövning samt finansiering med en högre detaljeringsnivå. Processkategorierna i pilarna (vP) kan i sin tur brytas ner i processelement. Dessa kan i sin tur nyttjas av respektive intressent för att effektivisera sin verksamhet.

I bild 6.5 ovan presenteras en konceptuell modell över vilka processer som leder från en utbyggnadsidé fram till ett projekt. Hur företag arbetar med att få finansiering av projekt är självklart en affärshemlighet. Dock vore det intressant att arbeta med att ta fram en *best practise* för finansiering. Det är något som troligen skulle kunna vara generaliserbart för flera branscher.

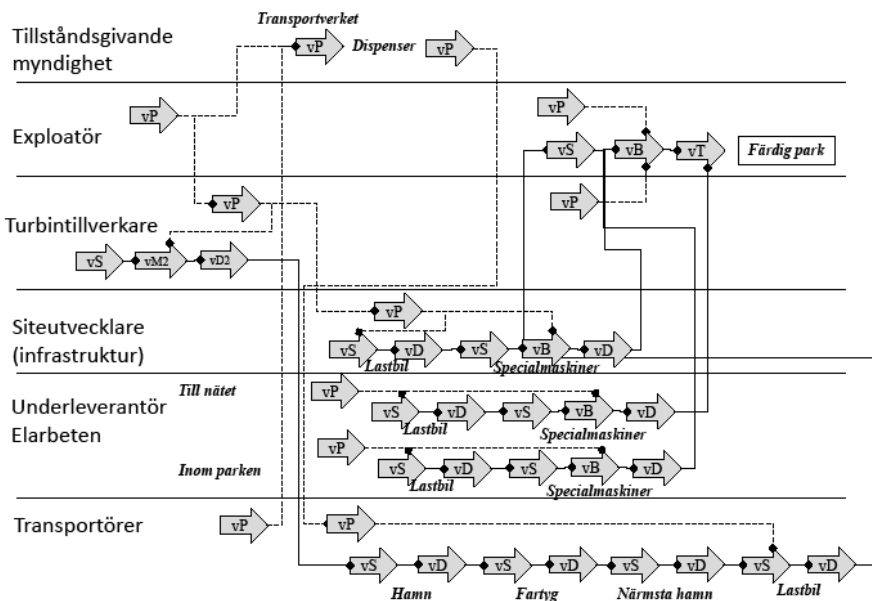


Bild 6.6. Modellering av informationsflöde för byggfasens materialflöde och transportdispenser.

I bild 6.6 ovan har vi konceptuellt fångat de av oss uppfattade centrala processerna för flödesstyrning under byggfasen. Illustrering av flödesstyrningen blir snabbt översiktlig om för mycket ska inkluderas. Vilken aktör som förbereder transportplaneringen och vem som söker transportdispenser hos Trafikverket kan variera från fall till fall (ofta är det transportbolaget), men en effektiv process för detta och som samtidigt följer upp och kan agera med korrigeringar åtgärder under utförandet av transporter behövs. Kan den planeringsprocessen samtidigt synkronisera materialflödena och stödja andra aktörers planering ökar flödeskapaciteten i det geografiska området.

6.3 Utveckling av SCOR till en VindSCOR

SCOR har tagits fram med inriktning på tillverkningsindustrin, men det finns ett antal branscher som sett värdet av en världsstandard för att beskriva och mäta försörjningskedjor. Så finns det till exempel en MilitarySCOR för att beskriva och mäta militära logistikprocesser samt en ByggSCOR för byggsektorn. Båda

dessa utgår från SCOR men har till del justerats för att kunna hantera respektive branschs specifika utmaningar.

Om man ska utveckla en VindSCOR för att stödja en utbyggnad av vindkraften så är det viktigt att behålla SCOR men lägga till de speciella förutsättningarna som finns inom denna bransch. Här vill vi lyfta fram tre aspekter: Det stora antalet intressenter och de därtill hörande synkroniseringsproblemen, att en viktig del är byggandet av vindparker och de därtill hörande skillnaderna mot tillverkningsindustrin samt de logistiska utmaningarna i form av många stora, långa och tunga transporter.

Byggandet av en vindpark har mycket gemensamt med andra byggarbetsplatser, även om det även finns skillnader. Forskning har funnit att det finns stora ineffektiviteter på byggarbetsplatser för bostäder och för att öka effektiviteten samt minska svinn och kostnader har man vid Linköpings Universitet försökt fånga de specifika problem som hänger samman med detta i en SCOR-modell som benämns ByggSCOR. Vi uppfattar att de processer man där definierat är användbara även vid byggandet av vindparker även om det kanske inte finns lika stora effektiviseringsvinster där.

Inom ByggSCOR tar man fasta på att innehållet i två av processtyperna bör vara annorlunda. Tillverkningsdelen (M) byts ut mot en byggdel (B) och när byggnationen är klar överlämnas det till ägaren i en annan typ av process (T) än när man överför en vara (D). Processkategorierna under dessa kommer således att skilja sig åt.

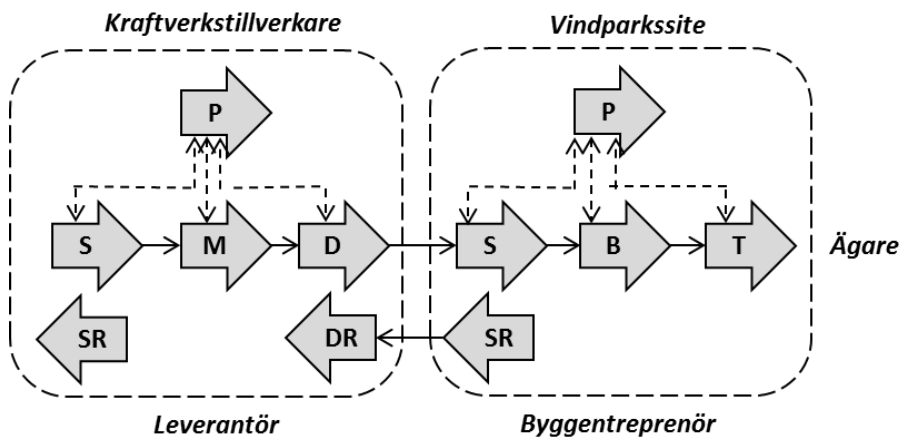


Bild 6.6. Principiella skillnader mellan ett tillverkande företag (vindkraftverkstillverkare) och byggandet av en vindpark.

En utvecklad VindSCOR skulle således inte enbart omfatta de branschövergripande flödeskedjorna utan även kunna nyttjas av företag för att effektivisera sina organisationsinterna processer.

Byggprocesserna på vindparken är naturligen organisationsinterna och därför behandlar vi inte dem här. Vi tror dock att den utveckling som sker inom ByggSCOR kan vara intressant för företag inom vindkraftbranschen att följa och inkorporera.

6.4 Summering och slutsatser om SCOR

SCOR är en världsstandard för hur man kartlägger, mäter och *bench-markar* försörjningskedjor. I denna studie har vi använt oss av den metodik som finns i SCOR. Utifrån det arbetet har vi kunnat kartlägga försörjningskedjor som är relevanta för vindkraftens utbyggnad och kunnat identifiera ett antal logistiska utmaningar som hänger samman med dessa.

Denna studie har inte enskilda parker som studieobjekt, men genom att översiktligt beskriva processer som krävs för att bygga en vindpark så blir gränsyterna i försörjningskedjan explicita och därmed användbara för denna studie.

Varje vindkraftprojekt är unikt, inte bara utifrån förutsättningarna utan också vilka (typer av) aktörer som är inblandade. Så finns det exempelvis projekt som inledningsvis drivs av konsultfirmor för att sedan säljas till exploatörer. Andra projekt kan redan från början drivas av slutanvändaren av parken, med stöd av andra företag och konsulter. Givetvis finns ett antal varianter där emellan. En SCOR-modell som ska fånga alla möjliga aspekter på en så stor variationsbredd kommer att förlora i generaliserbarhet. I modelleringen ovan har vi valt generaliserbarhet framför detaljrikedom.

Att utveckla konceptet till en modell som kan nyttjas av branschens olika aktörer kräver ställningstagande avseende omfång och detaljeringsnivå. Detta är något som behöver fastslås av intressenterna.

7 Studiens resultat

Vi har studerat de logistiska utmaningarna vid storskalig utbyggnad av vindkraften utifrån ett antal olika perspektiv samt tagit fram en konceptuell modell för analys baserad på SCOR.

I kapitel 3 beskriver vi de informationsflöden som är centrala för ett antal aktörer som hänger samman med utbyggnad av vindkraft. Vi gör det utifrån ett intressentperspektiv som bygger på tillståndsprocesser.

Vi har funnit att det idag endast finns en svag synkronisering i informationsflödet mellan aktörer som stöd för såväl tillstånds-processer senare i kedjan som andra aktörers planering för resursdimensionering i den logistiska kedjan. Möjligheten att stärka synkroniseringen är intressant och kan öka kapaciteten att hantera fysiska flöden. Det som försvårar möjligheten till synkronisering är att det är många självständiga aktörer, med olika ansvar och intresse, som själva har olika grad av osäkerhet i sina uppgifter. Efterhand som säkerheten i dessa ökar kan det vara försent att använda informationen som input för andra aktörers agerande och/eller investeringar.

I kapitel 4 går vi igenom de fysiska flöden som hänger samman med utbyggnaden av vindkraft. Sammantaget handlar det om megaton som ska förflyttas. Vi har funnit att hamnkapaciteten kan bli en begränsande faktor om utbyggnaden av två stora parker (> 100 vindkraftverk) skulle sammanfalla i tid (samma år) och rum (behöver nyttja samma hamn). En synkronisering mellan aktörerna (hamn, turbintillverkare och transportörer) skulle kunna reducera begränsningarna genom att exempelvis fartygsanlöpen inte sker samtidigt, att lossningen sker med cross-docking och att vindkraftverksdelarna omedelbart transporteras från kaj till respektive vindpark samt att takten av resandet av tornen i parkerna är hög (tillgång till fler lyftkranar).

Transporter från hamn till vindpark är beroende av såväl infrastruktur (vägnätet) som transportresurser. Det finns flaskhalsar i infrastrukturen exempelvis i form av samhälle och cirkulationsplatser. Det skulle vara värdefullt om Trafikverket tog fram nationella riktlinjer som tar hänsyn till den typ av transporter som krävs för utbyggnaden av vindkraften för exempelvis utformning av cirkulationsplatser som annars riskerar att reducera framkomligheten.

Transportresurser finns såväl i form av specialfordon som mer generellt användbara. Idag finns tillräcklig kapacitet och konkurrensen om att få transportuppgiften är hård. Marknaden är delvis internationell och för de resurser som inte är specialiserade finns det en efterfrågan från andra branscher. Det finns vidare möjligheter att öka beståndet på såväl transportresurser som specialutrustning såsom storkranar. Att bedöma den resursen i förhållande till behovet är svårt, då det finns för många variabler.

Sammantaget är vår uppfattning att det finns en betydande utvecklingspotential i materialflödena från fabrik till vindpark i ett helhetsperspektiv för branschen (observera att vi inte avser enskilda företag och deras materialflöde vilka kan vara högeffektiva) och att dessa kan effektiviseras om informationsflöden kan synkroniseras mellan aktörer och de fysiska flödena.

I kapitel 6 redogör vi för hur vi har använt SCOR i vårt arbete för kartläggning av försörjningskedjorna vid utbyggnad av vindkraft och hur en konceptuell modell för analys baserad på SCOR kan fungera som verktyg för att analysera de försörjningskedjor som hänger samman med en storskalig utbyggnad av vindkraft.

Vi har på en konceptuell nivå funnit att med hjälp av SCOR går det att modellera materialflödena vid en utbyggnad av vindkraften. Det gäller att hålla isär två försörjningskedjor, dels den som handlar om själva utbyggnaden, dels den som handlar om elproduktionen.

De huvudsakliga processerna och informationsflödet som följer försörjningskedjan kan beskrivas med hjälp av de processer som finns i SCOR. Vi tror att modelleringen ger en ökad insikt om man utvecklar SCOR för just vindkraft, och exempelvis inkorporerar den utveckling som finns i ByggSCOR.

En utmaning vid modelleringen är den stora variationsrikedom som finns vid faktisk utbyggnad. Sättet på hur man fördelar ansvaret under allt från projekteringen och ansökningsförfarandet till transporter innebär krav på generaliserade beskrivningar. Samtidigt kan variationsrikedomen vara en god källa för att studera och utveckla en *best practise*.

Att utveckla konceptet till en modell som kan nyttjas av branschens olika aktörer kräver ställningstagande avseende omfång och detaljeringsnivå. Detta är något som behöver fastslås av intressenterna.

8 Förslag till fortsatta studier

Denna förstudie som möjliggjorts genom finansieringen från Energimyndigheten och Södra Norrlands vindkraftscentrum har fokuserat på de logistiska utmaningarna som följer av den planerade storskaliga utbyggnaden av vindkraften i Sverige.

I vårt arbete har vi funnit att de aktörer vi varit i kontakt med inte tidigare har uppfattat att det finns några särskilda logistiska utmaningar förknippade med en storskalig utbyggnad av vindkraft. Detta är inget som hittills varit på agendan och Näringsdepartementet har inte fått några signaler om att det borde upp på agendan.

Eftersom detta hittills inte uppmärksammas finns det ett behov av att utveckla och fördjupa problemområdet. Nedan ger vi förslag på fortsatta studier.

- Att beräkna kapaciteterna i Norrlands transportnät: vilken kapacitet har infrastrukturen för att bära materialflöden? Den fysiska kapaciteten är dock endast en parameter. Den andra är att kunna koordinera olika konkurrerande flöden så att kapaciteten kan nyttjas optimalt. En sådan studie skulle ge aktörerna marknadsinformation, samtidigt som vissa av de ansvariga får en bild av var flaskhalsar kan finnas och därmed skapa en möjlighet att åtgärda dessa.
- Kartläggning av tillgängliga transportfordon/specialfordon som komplement till beräkningen av infrastrukturens kapacitet. Detta behöver sättas i ett efterfrågesammanhang, dvs finns det en över- eller underkapacitet i förhållande till transportbranschen som helhet.
- Genomföra simuleringar över en storskalig utbyggnad i Norrlandslänet utifrån de utmaningar som identifierats i denna studie samt olika scenarier kring utbyggnadstakt, brister i synkronisering etc. Vad händer om byggandet blir större än nuvarande prognos? Identifiera behov av investeringar i överföringskapacitet söderut.
- Genomföra gemensamma workshoppar för att skapa en utvecklad risk- och sårbarhetsanalys för den storskaliga utbyggnaden.
- Ha gemensamma workshoppar med aktörerna för att försöka avhjälpa brist på synkronisering med mål att snabbt föra ut slutsatser till aktörerna.
- Utveckla en modell för uppföljning samt därtill hörande uppföljningsverktyg. Hitta förklaringsmodeller för vilka parker som byggs eller inte byggs. Studera eventuella skillnader mellan Norrland och södra Sverige.

- Göra en internationell jämförelse hur andra länder (exvis Tyskland, Spanien) har klarat av de logistiska utmaningarna vid sin storskaliga utbyggnad.
- En fallstudie där man väljer ut faktiska mätvärden ur SCOR för att studera ett enskilt projekt över längre tid. Under studiens gång kom en sådan förfrågan från en aktör. En sådan studie kan komma att innehålla specifika affärshemligheter vilket förutsätter en forskningsaktör med stor vana att kunna hantera sekretessbelagd information.
- En beräkning av samhällsnyttan av att utveckla effektiva lösningar för hanteringen av de logistiska utmaningarna.

Denna typ av studier borde samlas inom ett forskningsprogram för att underlätta effektiv styrning och spridning av resultat till berörda intressenter.

Bilaga 1

För en vindpark till havs är faserna delvis annorlunda, men påminner om de för landbaserad vindkraft. Vidare har vädret en större inverkan på genomförandet än vid byggandet av anläggningar till land.

Faserna för en havsbaserad vindpark är på översiktlig nivå generaliserbara:

Fas	Anm
Muddring	Mudderverk: Ganska väderkänsligt
Grusbädd (plana ut)	Pråmar, fall pipe,: Ganska väderkänsligt
Fundament	Stor flytande kran (på pråm), vågkänsligt, tidsfönster att hinna ut, sätta ner och hinna hem innan väder förhindrar verksamhet.
Kabelinstallation	Kabelfartyg
Förmontering (driftsätta el etc) och kontroll av kraftverk	I land på en lämplig upplagsyta. Kajplats en mindre fråga
Resning och uppkoppling av kraftverken	Kranfartyg: Ganska väderkänsligt
Drift	Tillsyn och service, löpande, förebyggande och avhjälpande underhåll
Avveckling	Fundamenten tas bort och havsbotten återställs i ursprungligt skick.

Det är dessa faser som kommer att vara dimensionerande för de fysiska flödena ur ett logistiskt perspektiv.

Källor

Intervjuer

Anders Bernholdsson, Nordisk Vindkraft

Georg Blom, transportledare, Söderhamn LBC

Eva Centeno-Lopez, samordnare, Näringsdepartementet

Anders Carlsson, senior site manager, Markbyggden, Enercon

Tobias Edfast, Svenska kraftnät

Kim Hallgren, Försäljningschef, Nordic Crane

Jon Hansson, samhällsplanerare, region mitt, Trafikverket

Mattias Jähder, terminalchef bulk, Gävle hamn

Helena Kjellson, handläggare, Sveriges geologiska undersökning

David Lehtonen, Nordisk Vindkraft

Stefan Lundmark, vindkraftsamordnare i region nord

Ulrika Nilsson, Gävleborgs län

Hans Ohlsson, projektledare, WPD

Henrik Sjöström, WPD

Lars Thomsson, vindkraftsamordnare i region mitt

Micael Thunberg, ByggSCOR, Linköpings universitet (Norrköping)

Mikael Wallner, Wallner specialtransporter

Martin Westerlund, WPD

Lars Wikström, infrastrukturansvarig, Piteå hamn

Mattias Wondollek, Svensk vindenergi

Simon Åkerman, Gävleborgs län

Lars Östman, dispenshandläggare, region mitt, Trafikverket

Skriftliga källor

European Wind Energy Association (2010) *Wind Barriers – Administrative and grid access barriers to wind power*

Nilsson, Mårten, *Underlagsmaterial för Transporter till vindkraftsparker*, Trafikverket 2010:032, 2010-04-01

Miljöprocessutredningen (2008) *Prövning av vindkraft*, SOU 2008:86

NordanVind vindkraft AB och WPD (2009) *Vindkraftpark Storgrundet – Miljökonsekvensbeskrivning*, reviderad version februari 2009

Poncin, Anais; Noëlck, Lena; Spinnewyn, Rémi; och Huang, Zheyu (2012) *SCOR Supply Chain Benchmark – European Wind Turbine Manufacturers*, BEM ISLI, http://www.management-supplychain.fr/wp-content/uploads/2012/02/BENCHMARK-SUPPLY-CHAIN-SCOR-Wind_Turbines-Industry.pdf-Adobe-Acrobat-Professional.pdf.

Regeringen (2009) *Prövning av vindkraft*, prop. 2008/09:146, bet. 2008/09:MJU27, rskr. 2008/09:258.

Shapiro, Benson P.; Rangan, V. Kasturi; och Sviokla, John J. (1992) ”Staple Yourself to an Order”, *Harvard Business Review*, July-August, sidorna 113-121.

Statens energimyndighet (2012) *Utvecklingen av tillståndprocesser för anläggningar som producerar förnybar el och för kraftnät*

Strömsunds kommun (2011) *Arbetskraft, kompetenser och faciliteter för storskaligt vindbruk*, Slutrapport 2011-02-28

Svensk vindenergi (2012) *Så når vi 30TWh vindkraft till år 2020*

Svenska kraftnät (2012) *Vägledning för anslutning till stamnätet*.

Svevind, (2008a) *Vindkraft i Markbygden – ett regionalt industriprojekt inom förnyelsebar energi, Teknisk beskrivning*, 2008-05-25

Svevind (2008b) *Vindkraft i Markbygden – Samrådsredogörelse*

Svevind (2010) *Markbygdens Vindkraftpark, etapp 1. Miljökonsekvensbeskrivning, MKB- fördjupning och komplettering*, 20101125, Rev.datum 20110510

Ternblad, Sten; Salomonsson, Gustaf (2013) *Kartläggning av civil logistikforskning*, FOI Rapport FOI-R--3629—SE,

Trafikverket (2010) *Underlagsmaterial i koncentrat – Transporter till vindkraftsparker*, publikationsnummer 2010:032.

Trafikverket (2010) *Transporter till vindkraftsparker – en handbok*, publikationsnummer 2010:033.

Trafikverket (2011) *Dispenstransporter – en handbok*, publikationsnummer 2011:057.



FOI
Totalförsvarets forskningsinstitut
164 90 Stockholm

Tel: 08-555 030 00
Fax: 08-555 031 00

www.foi.se



Energimyndigheten
Kungsgatan 43
Box 310, 631 04 Eskilstuna

Telefon: 016-544 20 00
Fax: 016-544 20 99

www.energimyndigheten.se



Södra Norrlands Vindkraftcentrum
Södra Hamngatan 50
826 50 Söderhamn

www.snvind.se