Underlagsmaterial i koncentrat

Transporter till vindkraftsparker

TRAFIKVERKET

Konsultrapporter som utgör en del av underlaget till detta "Underlagsmaterial i koncentrat":

- WSP_Rapport_Hamninventering vindkraft 2009-10-21.pdf
- WSP_Bilaga 1 till Rapport_Hamninventering vindkraft 2009-10-21.pdf
- WSP_Bilaga 6 till Rapport_Hamninventering vindkraft 2009-10-21.pdf

- WSP_Rapport_Samhällsekonomi vid transporter av vindkraftverk 2009-10-21.pdf
  Underliggande Excel kalkyler är arkiverade hos WSP.

- IVL_Rapport_CO_2-utsläpp från transporter av vindkraftverk till vindkraftsparken Havsnäs _2009-07-10.pdf.

Mer information på: www.trafikverket.se/vindkraft

Titel: Underlagsmaterial för Transporter till vindkraftsparker
Publikationsnummer: 2010:032
Utgivningsdatum: 2010-04-01
Utgivare: Trafikverket
Författare: Mårten Nilsson
Omslagsfoto: copyright Yannick Guérin
Foto: Kaj Keldorff (sid 12), Manuel Hernández (sid 14),
Anders Eliasson, Trafikverket (övriga)
Layout: Ateljén, Trafikverket
ISBN: 978-91-7467-004-2

Innehåll

1. Inledning 5

2. Transporter vid byggande av vindkraftsparker 5

2.1 Vindkraftverkens konstruktionsdelar – allmän beskrivning 5

2.2 Transporter för vindkraftsparker – allmän beskrivning 6

2.3 Transportmodulers mått och vikt för landbaserade vindkraftverk – exempel 9

3. Transport på väg – lastbärare och transportteknik 10

3.1 Lastbärare för transport på väg 10

3.2 Hastighet, mått och vikt för lastade dispensfordon för transporter på väg 11

4. Transporter till sjöss – transportteknik, lastbärare och systemmässiga förutsättningar 11

5. Transporter på järnväg – transportteknik, lastbärare och systemmässiga förutsättningar 12

6. Koldioxidutsläpp och samhällskostnader för transporter till vindkraftsparker 13

6.1 Faktorer som påverkar transporternas samhällskostnad och miljöpåverkan 13

6.2 Fallstudie vindkraftspark Havsnäs – analyserade logistikupplägg 13

6.3 Koldioxidutsläpp för dispenstransporter vid olika logistikupplägg och nyckeltal för koldioxid 16

6.4 Samhällskostnad för dispenstransporter Praktikfall (Havsnäs) och nyckeltal för dispenstransporter på väg 18

7. Transportdispenser för transporter på allmän väg 22

7.1 Önskemål om och förutsättningar för dispensgivning för tunga och skrymmande transporter på väg 22

7.2 Tillåten hastighet för dispensfordon och fordonståg 23

7.3 Samhällskostnad och dispenstransporter – en diskussion 24

1. Inledning

Detta dokument utgör ett koncentrat av delar av det underlagsmaterial som anlitade konsulter och dåvarande Vägverket haft tillgång till i arbetet med Transporter till vindkraftsparker – en handbok. Materialet beskriver vilka transporter vindkraftsutbyggnaden genererar och hur dessa går till. De rapporter dåvarande Vägverket beställt av konsultbolagen IVL och WSP redovisas i detta dokument i kondenserad form.

Aktuella rapporter är:

- **WSP_ Rapport_ Hamninventering vindkraft 2009-10-21.pdf**
- **WSP_Bilaga 1 till Rapport_ Hamninventering vindkraft 2009-10-21.pdf**
- **WSP_Bilaga 6 till Rapport_ Hamninventering vindkraft 2009-10-21.pdf**

- **WSP_Rapport_Samhällsekonomi vid transporter av vindkraftverk 09-10-21.pdf** (underliggande Excel kalkyler är arkiverade hos WSP)

- **IVL_Rapport_CO_2-utsläpp från transporter av vindkraftverk till vindkraftsparken Havsnäs _2009-07-10.pdf**

2. Transporter vid byggande av vindkraftsparker

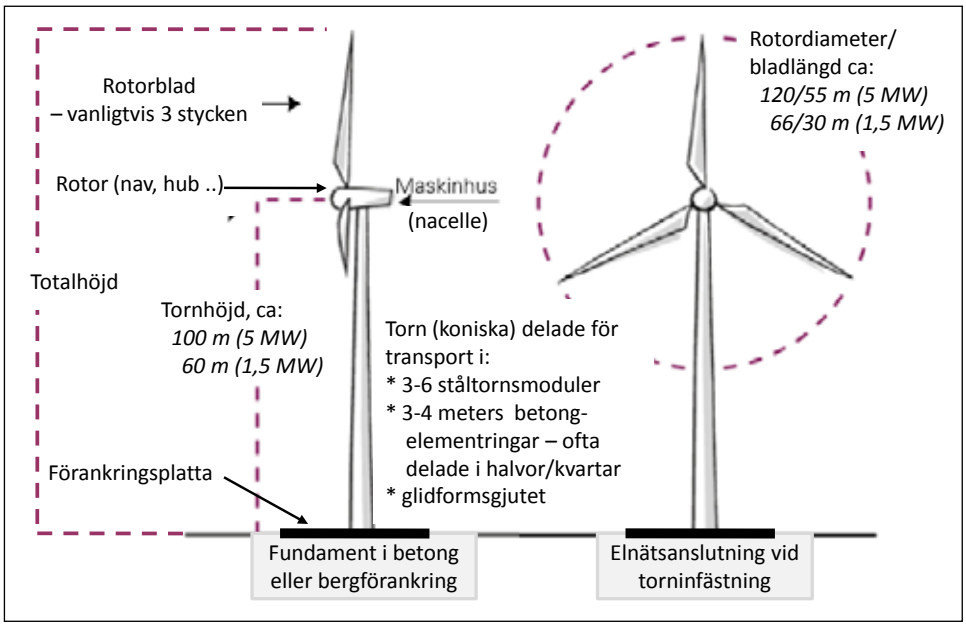
2.1 Vindkraftverkens konstruktionsdelar – allmän beskrivning

De största vindkraftverken i Sverige (april 2009) har 80 m höga torn, 90 m rotordiameter och 3 MW effekt.

Av effektivitetsskäl finns en strävan att tornhöjder och rotordiametrar ska kunna få öka. Tornhöjden är speciellt viktig för landbaserade vindkraftverks effektivitet.

Vindkraftverken i beslutade nya vindkraftsparker kan få upp emot 5 megawatts (MW) effekt.

Av bland annat transporttekniska skäl har få vindkraftverk hittills byggts på land med effekter överstigande 2,0 MW.



Figur 1: Vindkraftverks konstruktionsdelar med typiska data gällande för kommersiella landbaserade vindkraftverk – källa Boverkets handbok m.fl.

2.2 Transporter för vindkraftsparker – allmän beskrivning

Vindkraftsparker genererar en mängd kort- och långväga transporter. Nya vägar och uppställningsplatser behöver byggas och befintligt vägnät måste ofta förstärkas. Varje vindkraftverk består av ett betongfundament och fyra konstruktionsdelar som vanligtvis tillverkas vid olika verkstadsanläggningar. Vid transport delas dessa konstruktionsdelar upp i hanterbara transportmoduler (sektioner). Nedan ges en allmän beskrivning av mängden transporter som genereras. Till dessa transporter tillkommer service- och persontransporter under bygg- och driftskedet.

1. **Nya vägar som ansluts till befintligt vägnät, hårdgjorda ytor för bygg- och lyftmaskiner, uppställning och service samt förstärkning av befintliga vägar**

   Transportbehovet för detta är starkt beroende av lokaliseringens förutsättningar.

   Oftast behövs en stor mängd transporter av grus- och krossmaterial till transportvägar och monteringsplaner. Transporterna anpassas efter vägarnas och broarnas tillåtna bärighet och dispenser ges inte för delbart gods. Transporterna är i allmänhet korta, eftersom det vanligtvis finns tillgång till grus- och krossmaterial i närområdet. Schaktmaskinetableringar med mera kan behöva få dispens för tunga och skrymmande transporter, som ofta är ganska långväga.

2. ***Betongfundament eller bergförankring och grundförstärkningsåtgärder***
   – kan för varje vindkraftverk generera 50 till 100 transporter med fabriksbetong i roterbilar och vissa andra maskin- och materieltransporter.
   Fundamenten gjuts på plats av armerade betongkonstruktioner. Storleken är beroende av markunderlaget. Ett så kallat gravitationsfundament för ett 2,0 MW vindkraftverk uppgår till ca 400 m^3 motsvarande 67 stycken roterbilar med en kapacitet på sex m^3.

   Betongleveransernas total- och axellaster anpassas till vägarnas och broarnas tillåtna bärighet, och dispenser ges inte för delbart gods. Transportavstånden från betongstationerna kan bli ganska långa och begränsas främst av fabriksbetongens egenskaper. Byggnationen av fundamenten genererar även ytterligare maskin- och materieltransporter.

3. ***Infästnings-/ingjutningsplatta (som nedre ståltornmodulen förankras i)***
   – gjuts fast i betongfundamentet
   – genererar en skrymmande transport för varje vindkraftverk med torn av stål.

4. **Torn i stål**
   Tornet sammanfogas på plats av sektioner som transporterats till etableringen. Detta genererar fyra till sex långväga tunga och skrymmande transporter.

   Torn i stål är i dag den dominerande konstruktionstypen. Tornsektioner definieras inte som delbart gods. För att minimera antal sammanfogningar byggs tornsektionerna så långa som möjligt med hänsyn till tillgänglig lyft- och transporfordonsteknik och transportvägarnas bärförmåga.

   Torn för 2,0 MW verk sammanfogas vanligtvis av fyra sektioner. Dispens krävs för dessa tunga och skrymmande transporter. Transportavståndet till leverantörens tillverkning är oftast mycket stort.

   Data om vindkraftverkmodulers vikter och transportfordonens totalvikter finns redovisade i *tabell 1 och 2*.

5. **Torn i betong av prefabricerade tre till åtta meters elementringar oftast uppdelade i halvor eller kvartar (två eller fyra segment).**

   Tornet byggs av tornsektioner som sammanfogas på plats och har gjutits på annan plats eller i anslutning till vindkraftsparken. För ett 2,0 MW verk behövs ungefär 30 skrymmande och i vissa fall även tunga transportmoduler med transportavstånd som beror av var tornsektionen produceras.

   Vindkraftverk med torn av betongsektioner anses vara mer konkurrenskraftiga där vindförhållandena är sådana att vindkraftverk med höga tornhöjder eftersträvas. Höga tornhöjder eftersträvas främst i skogsterräng.

   Några leverantörer använder oftast denna konstruktionstyp. Den totala transporterade vikten för konstruktionsdelen till tornet ökar ca tre gånger jämfört med en motsvarande konstruktion i stål, se punkt 4. Transportarbetet uttryckt som tonkilometer kan dock vara mindre än för ståltornssektioner om tillverkningen förläggs närmare. I dag produceras dock dessa element vanligtvis långt från etableringen. Data om vindkraftverkmodulers vikter och transportfordonens totalvikter finns redovisade i *tabell 1 och 2*.

6. **Torn av glidformsgjuten betong**
   För varje vindkraftverk genererar denna typ av torn ungefär 50 till 100 transporter med roterbilar och vissa andra maskin- och materieltransporter.

   Denna produktionsmetod är ännu ganska ovanlig men kan bli intressant för större vindkraftsparker med rimliga transportavstånd till betongstationer eller där det blir lönsamt att etablera fältstationer.

   Produktionstekniken minimerar behovet av transportdispenser, men den totala transporterade vikten för konstruktionsdelen torn ökar jämfört med i stål, se punkt 4. Transportarbetet uttryckt som tonkilometer blir dock vanligtvis mindre då betongtillverkningen av materialtekniska skäl måste förläggas ganska nära vindkraftverket.

7. **Maskinhus (nacelle) och rotor (hub, nav); drev- och generatorfunktionen och infästning av rotorbladen med mera**
   För dessa delar krävs vanligtvis två långväga tunga och skrymmande transporter. Vissa leverantörer delar upp maskinhuset i fler transportmoduler för att minska vikterna. Maskinhuset är en av de tyngsta transportmodulerna i ett vindkraftverk. Dispens krävs för tunga och skrymmande transporter.

   Data om vindkraftverkmodulers vikter och transportfordonens totalvikter finns redovisade i *tabell 1 och 2*.

Figur 2: Ståltornsmoduler under montering.

8. **Rotorblad (vanligtvis tre stycken)**

   För rotorbladen behövs tre långväga skrymmande (egentligen långa) transporter. Dessa är oftast de lättaste konstruktionsdelarna i ett vindkraftverk. Dispens krävs dock på grund av transporternas längd. För att hantera rotorbladen på ett säkert sätt behövs två montagelyftkranar.

   Data om vindkraftverkmodulers vikter och transportfordonens totalvikter finns redovisade i *tabell 1 och* 2.

9. **Lyftanordningar, kablar, generatorer, verktyg med mera**
   Utrustningen genererar en mängd långväga transporter varav många är dispenstransporter. För lyftutrustning med motvikter och master för montering av torn, maskinhus och rotorblad behövs dispens för tunga och skrymmande transporter. Transportavstånden är oftast långa. En mängd andra långväga transporter av generatorer, kablar, verktyg med mera krävs.

10. **Anslutning till elkraftnätet via transformatorstationer**
    Vindkraftsparker ansluts till elkraftnätet via transformator- och mätstationer. Dessa genererar ofta de allra tyngsta transporterna, Här krävs dispens för tunga och skrymmande transporter. En stor mängd elkablar och kabelgravsmaterial (sand med mera) behöver också transporteras. Införande av högspänd likströmsteknik för överföring av elkraft på stora avstånd kan komma att minska behovet av dispenstransporter.

2.3 Transportmodulers mått och vikt för landbaserade vindkraftverk – exempel

Vindkraftspark Havsnäs – data om moduler och dispenstransporter												
Leverans Leverantör	Effekt MW	Transport-modul	Antal moduler per verk	Lastat transportfordons mått och vikt				Transportmodulers mått och vikt			
				L (m)	B (m)	H (m)	Vikt/st (ton)	L (m)	B (m)	H (m)	Vikt/st (ton)
Havsnäs 48 verk Vestas	2,0	Infästningsplatta	1	4,7	4,7	4,0	40	4,7	4,7		16,0
		Rotorblad	3	49	3,4	4,0	40	44,0	3,4	2,0	9,5
		Maskinhus	1	34	4,3	4,3	125	12,8	3,4	3,8	75,0
		Rotor	1	17	3,6	4,2	48	3,6	3,6	3,1	22,0
		Nedre tornsektion (1)	1	48	4,2	4,3	123	23,7	4,2	4,2	74,7
		Mellan tornsektion nedre (2)	1	50	4,2	4,3	104	25,5	4,2	4,2	56,7
		Mellan tornsektion nedre (3)	1	30	3,3	4,2	70	21,0	3,4	3,4	35,2
		Övre tornsektion (4)	1	27	3,3	4,2	56	22,6	3,4	3,4	27,5

Tabell 1: Data om transportmoduler för vindkraftverk till vindkraftspark Havsnäs – Källa: IVL

Exempel på data om transportmoduler för vindkraftverk från olika leverantörer med torn av betongelement							
Till-verkare	Effekt MW	Transport-modul	Antal	Längd m	Bredd m	Höjd m	Vikt ton
Enercon	ca 2 MW	Segment 1 a		8	4	4	29
		Segment 1 b		8	4	4	31
		Segment 2 a		7	4	4	30
		Segment 2 b		7	4	4	30
		Segment 3 a		7	3	4	28
		Segment 3 b		7	3	4	28
		Segment 4 a		6	3	4	26
		Segment 5 a		6	3	4	26
		Segment 5 b		6	3	4	25
		Segment 6 a		6	3	4	23
		Segment 6b		6	3	4	23
		Segment 7 a		5	3	4	22
		Segment 7 b		5	3	4	22
		Segment 8 a		5	3	4	21
		Segment 8 b		5	3	4	21
		Segment 9		5	5	4	40
		Segment 10		5	5	4	37
		Segment 11		4	4	4	35
		Segment 12		4	4	4	35
		Segment 13		4	4	4	32
		Segment 14		4	4	4	30
		Segment 15		4	4	4	27
		Segment 16		4	4	4	27
		Segment 17		3	3	4	26
		Segment 18		3	3	4	27
		Toppdel i stål		25	3	3	39
		Totalvikt torn					**512**

Tabell 2: Data om transportmoduler för vindkraftverk med torn i betongelement från olika leverantörer – Källa: Conny Käll

3. Transport på väg – lastbärare och transportteknik

3.1 Lastbärare för transport på väg

Figur 3 och 4 nedan illustrerar olika lastbärare för olika transportmoduler till vindkraftverk. Vid tyngre och långa lastbärare går ett efterföljande styrfordon direkt bakom lastbäraren som genom radiostyrning styr axlarna för den bakre delen av lastbäraren.

Tekniken för transporter på väg är avancerad och är väl utvecklad och kräver stora investeringar. Leverantörerna och specialiserade transportföretag har ett ömsesidigt nära utvecklat utvecklingssamarbete. Leverantörerna har ibland egna transportföretag och det kan finnas ömsesidiga ägarintressen mellan olika parter.

Figur 3: Tornsektion i stål monterat för transport

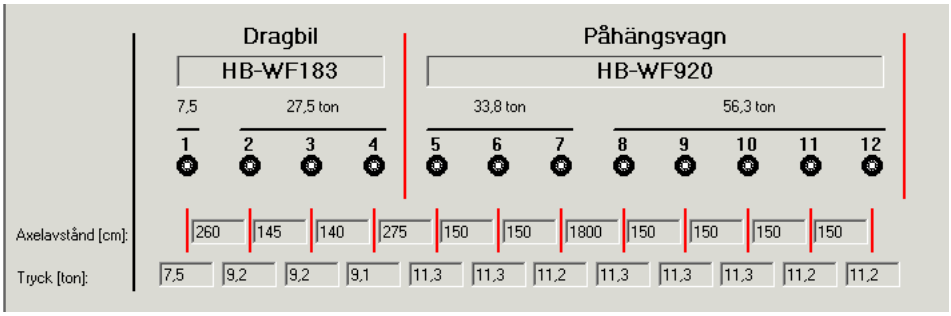
Figur 4: Rotorblad under transport

3.2 Hastighet, mått och vikt för lastade dispensfordon för transporter på väg

Tabell 3 visar hastigheter, utrymmesbehov och vikt för dispenstransporter på väg för 2,0 MW vindkraftverk med torn i stål. Måtten, framförallt på maskinhus och rotor, kan variera något för olika tillverkare vid samma effekt. Torn av betongelement ställer vanligtvis krav på större fria utrymmen (bredder och höjder) är torn av stålmoduler. *Figur 5* illustrerar lastbärarnas lastutjämnande funktioner i kontakt med vägen. Axellastutjämningen har betydelse bland annat för kravet på vägars bärighet.

Vinkraftspark Havsnäs – ungefärliga uppgifter om dispenstransporters hastigheter, utrymmesbehov och totalvikter									
Leverans Leverantör	Effekt MW	Transport-modul	Antal moduler per verk	Max km/h lastat enl. beslut (bropassager 40 och olastat 80)	Uppgiven medelgång-hastighet till Havsnäs exkl. planerade stopp (km/h)	Lastat transportfordons mått och totalvikt (m och ton)			
						L	B	H	Vikt /st
Havsnäs 48 verk Vestas	2,0	Infästningsplatta	1	80	70	4,7	4,7	4,0	40
		Rotorblad	3	80	70	49	3,4	4,0	40
		Maskinhus	1	60	50	34	4,3	4,3	125
		Rotor	1	80	70	17	3,6	4,2	48
		Nedre tornsektion (1)	1	40	37	48	4,2	4,3	123
		Mellan tornsektion nedre (2)	1	40	37	50	4,2	4,3	104
		Mellan tornsektion nedre (3)	1	40	37	30	3,3	4,2	70
		Övre tornsektion (4)	1	40	37	27	3,3	4,2	56

Tabell 3: Data om hastigheter, mått och totalvikter för lastade dispensfordon för transporter på väg – Källa: Conny Häll



Figur 5: Lastbärarnas lastutjämnande funktioner i kontakt med vägen vid transport av vindkraftverk Enercon E 82 (torndel 3; längd 37,0 meter, bredd 4,4 meter, bruttovikt lastat ekipage 125,1 ton) – Källa: Conny Häll

4. Transporter till sjöss – transportteknik, lastbärare och system– mässiga förutsättningar

Det finns stor erfarenhet av att transportera vindkraftverk med båt. För de sjötransporter av vindkraftverk som gjorts har feederbåtar på 4 000–5 000 dwt använts (djup 7 m, längd 85 m, bredd 13,5 m). Dessa kan transportera 2,5 vindkraftverk av den vanligast förekommande typen i svenska vindkraftsparker på land. Djupgåendet är sällan någon kritisk faktor, eftersom mindre än hälften av båtarnas kapacitet i dwt utnyttjas vid vindkrafttransporter.

Vid båttransport måste modulerna förankras ordentligt. Torndelarna är speciellt kritiska. De måste förankras mycket stabilt så att de inte riskerar att komma i rullning i sidled på fartygen. Lastvaggor och lastförankringar svetsas därför ofta fast i skeppsdäcket inför varje tur och skärs bort vid lossning.

Lyften blir svårare och krankapaciteten minskar ju längre bort från kranens tyngdpunkt som lasten lyfts. För att minimera kranarnas uthäng (hur långt ut från kranen

lasten ska lyftas) vid lastning och lossning måste därför båtarnas lastutrymmen disponeras så att de tyngsta modulerna (maskinhus och de tyngsta tornelementen) lastas nära den fartygssida som läggs mot kaj. Detta problem förstärks vid större fartyg och för de moduler (tornelement och rotorblad, de senare har dock låg vikt) som måste hanteras med twinlyft (lyft i två lyftpunkter). Det är inte alltid säkert att det finns två kranar tillgängliga med hög lyftkapacitet. Vid problem med krankapaciteten kan båtarna dock även vändas i hamn under lossning.

Hamnar med lämpade upplagsytor kan användas för mellanlagring före och efter båttransporten. Verket kan då hållas kvar i hamn så att man undviker att fordonen måste ställas upp på vägar och uppställningsytor om leveransen behöver senareläggas. Det kan bero på förseningar någonstans i transportkedjan, prognoser om transportstörningar (av många olika skäl), produktionsstörningar på byggplatsen eller väderprognoser om för stark vind och annat som påverkar möjligheten att montera vindkraftverken. Att förflytta tunga och skrymmande vindkraftsmoduler till lagringsytor inom hamnområdet ställer dock speciella krav på de vagnar eller redskap som används för transporten inom hamnen. Några hamnar har tillverkat egna transportvagnar som är anpassade till vindkraftmodulerna. De hamnar som hanterat vindkraftverk har dock inte hittills uppfattat att det finns behov av mellanlagring. Detta kan eventuellt bero på att transporterna främst skett till mindre vindkraftsparker.

Figur 6: Vindkraftverk under lossning vid hamn från båt.

5. Transporter på järnväg – transportteknik, lastbärare och system–mässiga förutsättningar

Järnvägstransporter kan eventuellt komma att användas för transporter av vindkraftverksmoduler och avlasta vägnätet på vissa sträckor inom Sverige.

Det finns dock starka begränsningar för transporter på järnväg av långa och skrymmande transportmoduler till vindkraftverk. Det fria utrymmet begränsar

framkomligheten. Transporterna är även av sådan karaktär att de måste planeras in under tidsluckor i transportschemat. Tillgängliga tidsluckor beror på sträcka, tidpunkt på dygnet och veckodag. Transporter över landsgränserna från främst Tyskland, Danmark och Finland är ytterst svåra att genomföra (färje- och bropassager, olika spårvidd med mera).

För en del mindre vindkraftverk och tillbehör till större parker väljer man järnvägen. Banverkets ambition är att i framtiden kunna skapa utrymme för fler vindkraftstransporter på järnväg. Bristen på lämpliga lastbärare på marknaden gör dock att Banverket inte nu kan simulera dessa transporter och bedöma hur de kan framföras på järnvägsnätet.

6. Koldioxidutsläpp och samhällskostnader för transporter till vindkraftsparker

6.1 Faktorer som påverkar transporternas samhällskostnad och miljöpåverkan

Hur mycket transporter som vindkraftsparker genererar till och inom byggområdena och vilken samhällskostnad och miljöpåverkan dessa transporter ger upphov till beror bland annat på följande faktorer:

- **Hur vindkraftverket är konstruerat**
  Vindkraftverk med torn av stålsektioner har en totalvikt som är ca hälften av den för verk med torn av betongelement. Tornen kan även gjutas på plats. Denna teknik är dock ännu mycket ovanlig i Sverige.
- **Var vindkraftsparken, tillverkningen och montage- och transportresurserna är lokaliserade**
  Det mesta av tillverkningen av vindkraftsmoduler (förankringsplattor, tornelement, maskinhus, nav och rotorblad) för svenska landbaserade vindkraftsparker sker i Danmark och Tyskland. Viss tillverkning finns också i Finland och i Sverige. Mycket av de specialiserade montage- och transportresurserna är även de lokaliserade till Danmark och Tyskland. För mycket stora vindkraftsparker kan tornelement i betong komma att tillverkas i närheten eller inom vindkraftsparken.
- **Hur stora markarbeten och materialtransporter** (jord-, berg- och betongtransporter m.m.) **som krävs för hårdgjorda planer, fundament och nya vägar med mera.**
- **Vald transportlogistik – val av transportmedel** (bil, färja, båt, tåg) och färdvägar för dessa.

6.2 Fallstudie vindkraftspark Havsnäs – analyserade logistikupplägg

Dåvarande Vägverket har låtit konsultföretagen IVL och WSP genomföra analyser av koldioxidutsläpp och samhällskostnad för en pågående transport och alternativa logistikupplägg för transporter till vindkraftsparken Havsnäs från Vestas anläggningar i Danmark. Analyserna avser de transporter från Danmark som har krävt dispens i Sverige. Parken består av 48 vindkraftverk med 2 MW effekt vardera och med torn av stål. Leveranserna till Havsnäs pågick under perioden juni–november 2009.

Rapporterna har utarbetats i nära samarbete med dåvarande Vägverket. De får ses som fallstudier och kan inte enkelt generaliseras. Rapporterna bidrar dock med

underlag och vissa nyckeltal för beslut om logistikupplägg och beslut om transportdispenser för andra vindkraftsparker.

Nedan redovisas logistiken för den pågående dispenstransporten, där alla transporter görs med bil, och för två alternativa logistikupplägg, där delar av transporten görs med båt.

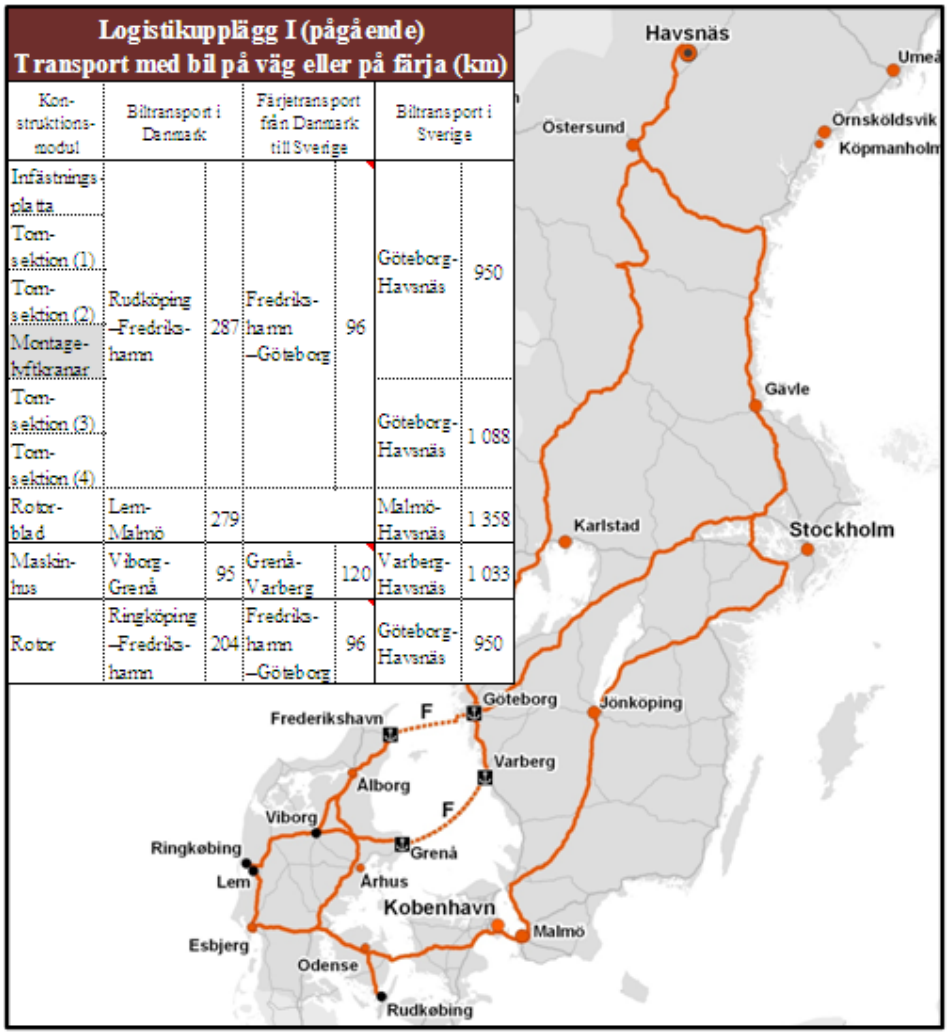
Logistik I = pågående transport till vindkraftspark Havsnäs med bil hela vägen

Alla leveranser görs med bil från Danmark. Logistikupplägg I med aktuella dispensrutter för bil på väg i Danmark och Sverige och på färja eller bro mellan Danmark och Sverige framgå av *figur 7.*

Logistik I för Havsnäs; Bil + färja till vindkraftspark Havsnäs.

Logistikupplägg I (pågående)
Transport med bil på väg eller på färja (km)

Konstruktionsmodul	Biltransport i Danmark		Färjetransport från Danmark till Sverige		Biltransport i Sverige	
Infästningsplatta	Rudköping –Fredrikshamn	287	Fredrikshamn –Göteborg	96	Göteborg-Havsnäs	950
Tornsektion (1)						
Tornsektion (2)						
Montagehyttkranar						
Tornsektion (3)					Göteborg-Havsnäs	1 088
Tornsektion (4)						
Rotorblad	Lem-Malmö	279			Malmö-Havsnäs	1 358
Maskinhus	Viborg-Grenå	95	Grenå-Varberg	120	Varberg-Havsnäs	1 033
Rotor	Ringköping –Fredrikshamn	204	Fredrikshamn –Göteborg	96	Göteborg-Havsnäs	950

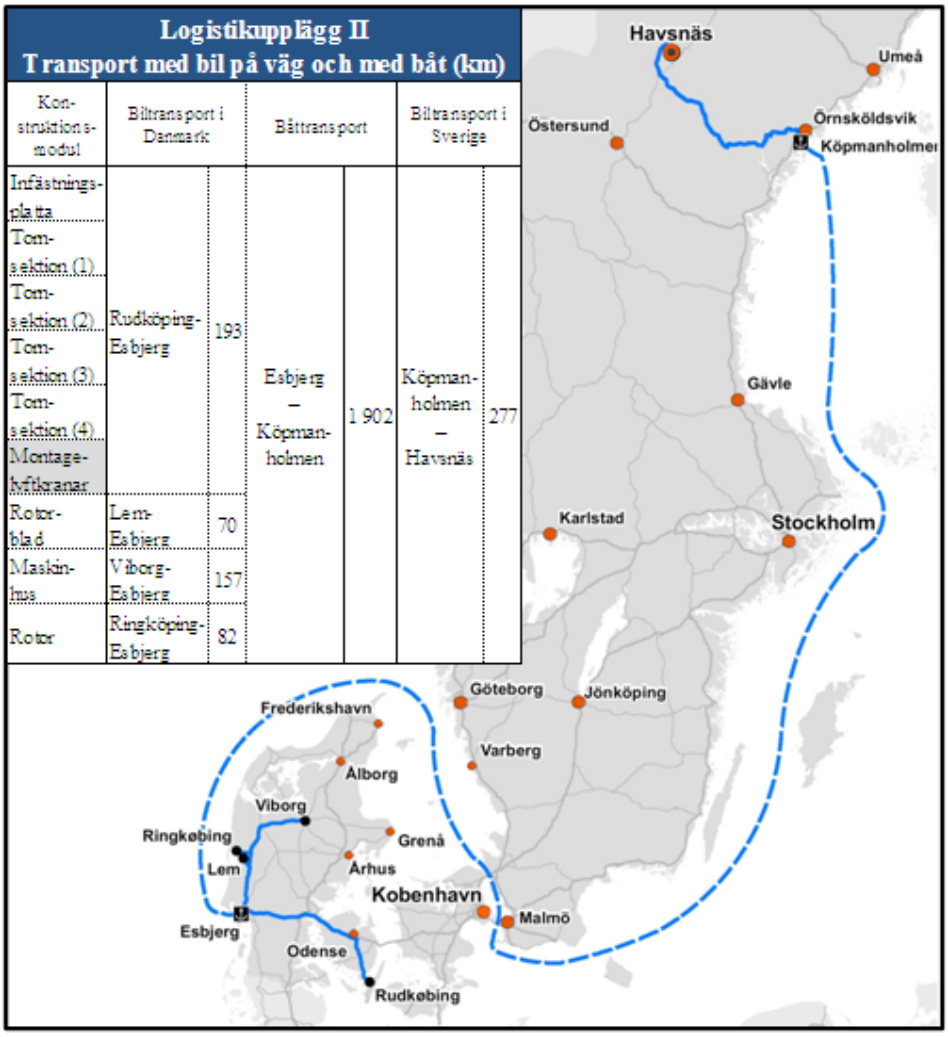


Figur 7: Logistik I = pågående transport till vindkraftspark Havsnäs.

Antalet kilometer biltransporter för de transporter från Danmark som behövt dispens i Sverige är för vindkraftsparken i Havsnäs beräknad till ca 4,4 miljoner fordonskilometer.

Ett alternativt logistikupplägg hade varit att använda båt för delar av transporten. Två alternativ redovisas nedan. Två alternativa utskeppningshamnar har valts i Danmark, Esbjerg respektive Odense. Något logistikupplägg med järnväg har inte studerats, eftersom det saknas förutsättningar för dessa transporter.

Logistik II för Havsnäs; Bil + båt Esbjerg-Köpmanholmen + bli



Logistikupplägg II
Transport med bil på väg och med båt (km)

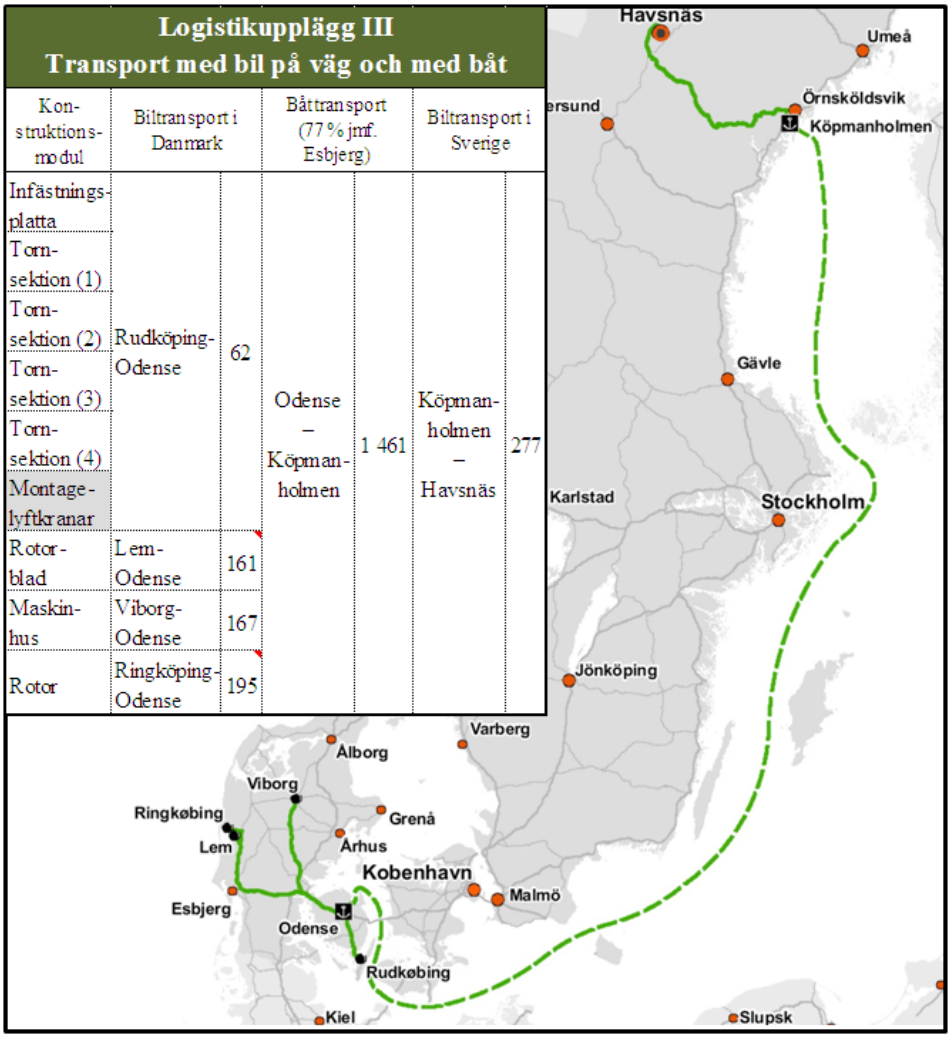
Konstruktionsmodul	Biltransport i Danmark		Båttransport		Biltransport i Sverige	
Infästningsplatta	Rudköping-Esbjerg	193	Esbjerg – Köpmanholmen	1 902	Köpmanholmen – Havsnäs	277
Tomsektion (1)						
Tomsektion (2)						
Tomsektion (3)						
Tomsektion (4)						
Montagekryssgranar						
Rotorblad	Lem-Esbjerg	70				
Maskinhus	Viborg-Esbjerg	157				
Rotor	Ringköping-Esbjerg	82				

Figur 8: Logistik II för vindkraftspark Havsnäs; Bil + båt Esbjerg-Köpmanholmen + bil

Logistik III för Havsnäs; Bil + båt Odense-Köpmanholmen + bli

Logistikupplägg III
Transport med bil på väg och med båt

Konstruktionsmodul	Biltransport i Danmark		Båttransport (77 % jmf. Esbjerg)		Biltransport i Sverige	
Infästningsplatta	Rudköping-Odense	62	Odense – Köpmanholmen	1 461	Köpmanholmen – Havsnäs	277
Tornsektion (1)						
Tornsektion (2)						
Tornsektion (3)						
Tornsektion (4)						
Montagelyftkranar						
Rotorblad	Lem-Odense	161				
Maskinhus	Viborg-Odense	167				
Rotor	Ringköping-Odense	195				



Figur 9: Logistik III för vindkraftspark Havsnäs; Bil + båt Odense-Köpmanholmen + bil.

Antalet kilometer på väg och även kilometer kolonnkörning är för logistikfallen II och III ungefär en tredjedel av den för pågående transport. Odensealternativet ger något färre bilkilometer än Esbjerg.

Logistikfallens konsekvenser för koldioxidutsläppen och samhällsekonomin är analyserade i separata rapporter från konsultföretagen IVL och WSP.

6.3 Koldioxidutsläpp för dispenstransporter vid olika logistikupplägg och nyckeltal för koldioxid

Se även IVL_Rapport_CO_2-utsläpp från transporter av vindkraftverk till vindkraftsparken Havsnäs _2009-07-10.pdf

Koldioxidutsläpp vid olika logistikupplägg

IVL har i rapporten *"CO_2-utsläpp från transporter av vindkraftverk till vindkraftsparken Havsnäs i Jämtland från leverantören i Danmark"*, daterad 2009-07-10, redovisat koldioxidutsläpp för dispenstransporter till Havsnäs för logistikuppläggen enligt *avsnitt 13.2*.

Dispenstransporterna orsakar för varje verk:

- *80 ton koldioxid* för pågående transport med bil hela vägen (logistik I; bil + färja/bro + bil)

- *66 ton koldioxid* (82 procent jämfört med pågående transport) för transport med bil i Danmark + båt Esbjerg-Köpmanholmen + bil i Sverige (logistik II)
- *54 ton koldioxid* (67 procent) för transport med bil i Danmark + båt Odense-Köpmanholmen + bil i Sverige (logistik III)

I beräkningarna ingår även transporter av montagelyftkranar från Danmark (ca sju procent av koldioxidutsläppen för logistik I) och att returtransporterna för båttransporter sannolikt kan betalas av andra till 77 procent. Bedömningar är även gjorda av hur stor andel av koldioxidutsläppen vid färjetransporterna som gäller detta gods.

Båda båtalternativen är betydligt mer koldioxideffektiva än pågående transport. För att kompensera för pågående dispenstransporters koldioxidutsläpp behöver vindkraftsparken ersätta energi producerat i oljedrivna elkraftverk motsvarande drygt 1 procent av vindkraftsparkens livstidsproduktion av energi. Det visar på vikten av att man beaktar koldioxidutsläppen vid val av transportlogistik till vindkraftsparker.

Nyckeltal för koldioxidutsläpp

I *tabell 4* har nyckeltal sammanställts för koldioxidutsläppen för transporter med bil respektive med båt.

Koldioxidutsläpp per km *
för transport av ett 2 MW vindkraftverk med torn i stål
av de vindkraftsmoduler som kräver transportdispens i Sverige.
Andra dispenstransporter (till exempel av montagekranar m.m.) ingår ej!

	Drivmedel	**Koldioxid** (CO^2)	Samhälls-kostnad	Påslag för transport av verk med torn av betongelement
Transport på väg	17,7 liter/km	**46,3 kg/km (2,5 ggr mer jämfört med båttransport)**	69 kr/km	ca 100 %
Transport med båt	7,0 liter/km	**19,1 kg/km (ca 40 % jämfört med vägtransport)**	29 kr/km	ca 50 %

** Totala koldioxidutsläppen för till- och återtransporter är dividerade med medelvärdet för tilltransporternas färdvägslängder.*

Tabell 4: Nyckeltal för koldioxidutsläpp för transporter på väg respektive med båt av vindkraftsmoduler för ett vindkraftverk som kräver dispenstransport på väg i Sverige.

De analyserade logistikfallen avser transporter för vindkraftverk med torn av stål. Vindkraftverk med torn av betongelement väger mer än dubbelt så mycket som sådana med torn av stål. Man kan bedöma att antalet dispensfordon ökar i ungefär motsvarande grad och att koldioxidutsläppen per kilometer väg och vindkraftverk av transporter med bil från tillverkningsplatserna blir mer än dubbelt så stora jämfört med analyserade logistikfall gällande Havsnäs.

För båttransporter torde ökningen – mycket grovt bedömt – bli ca 50 procent per kilometer båttransport och vindkraftverk. Vikten är inte på samma sätt dimensionerande för båttransporter.

Tabell 4 visar att utsläppen av koldioxid per kilometer är ca 2,5 ggr högre vid biltransport än med båt. Sjötransporternas reslängd jämfört med vägens reslängd varierar dock mycket starkt beroende av vindkraftsparkens lokalisering i förhållande till leverantörens tillvekningsplatser. I fallet Havsnäs är till exempel sjövägen från Esbjerg betydligt längre än bilvägen till Havsnäs. För andra parker och andra leverantörer kan sjötransporternas längd kanske bara vara hälften mot för biltransporter.

Man kan därför grovt bedöma att koldioxidutsläppen för båtalternativ jämfört med bilalternativ kan variera mellan 20 procent och 80 procent för vindkraftverk med ståltorn och mellan 10 och 40 procent för vindkraftverk med torn av betongelement med dagens tillverknings- och etableringsmönster.

Övriga utsläpp av koldioxid från transporter vid byggande av vindkraftsparker

Koldioxidutsläpp genereras från flera transportaktiviteter vid byggande av vindkraftsparker. Exempel är:

- Maskin- och materialtransporter för nya vägar som ansluts till befintligt vägnät, för hårdgjorda ytor för bygg- och lyftmaskiner, uppställning och service och för förstärkning av befintliga vägar
- Maskin- och materieltransporter för annan byggverksamhet och lyft- och montagearbeten – exempelvis behövs för varje verk 50 till 100 transporter med fabriksbetong i roterbilar för grundläggnings- och fundamentarbeten.
- Transporter för elnätutbygganden
- Persontransporter

Vindkraftsutbyggnaden medför att även koldioxidfällor (skog och vegetation) ersätts av hårdgjorda ytor. Det leder till en långsiktig påverkan på koldioxidhalterna i atmosfären, något som dock mycket sällan beaktas i beräkningarna.

Koldioxidutsläpp genereras även av transporter vid tillverkningen av vindkraftskomponenter och förädling av insatsmaterialet för de transporter som kan härledas tillbaka i dessa produkters förädlingskedjor.

Demontering av vindkraftsetableringar medför också stora koldioxidutsläpp och behov av dispenstransporter. I tillståndsgivningen kan krav finnas även på att redovisa en plan för denna demontering.

Problematiken för val av logistikupplägg gäller därför inte enbart dispenstransporterna. Transporternas koldioxidpåverkan måste därför beaktas i alla led.

6.4 Samhällskostnad för dispenstransporter

Praktikfall (Havsnäs) och nyckeltal för dispenstransporter på väg

Se även WSP_Rapport_Samhällsekonomi vid transporter av vindkraftverk 09-10-21.pdf . Underliggande Excel kalkyler är arkiverade hos WSP.

WSP:s rapport – vad som beräknats

WSP har i rapporten ”Samhällsekonomi vid transporter av vindkraftverk”, daterad 2009-10-21, analyserat och redovisat samhällskostnaden för pågående transport och ett alternativt logistikupplägg (logistik III) från Vestas anläggningar i Danmark till vindkraftsparken Havsnäs. Det är i sammanhanget viktigt att påpeka att analysen och slutsatserna gäller endast för de transporter från tillverkningen i Danmark till Havsnäs som kräver dispenser i Sverige.

De samhällskostnader som beräknats är:

- leverantörens transportkostnader
- koldioxidutsläpp av själva transporten
- restidsfördröjning för störda medtrafikanter
- extra koldioxidutsläpp på grund av störningar för övrig trafik
- trafikolyckor och skador

Det finns även andra kostnader för samhället som inte beaktats. Exempel på dessa är följande:

- De ökande dispenstransporterna kommer troligtvis främst att ske nattetid för att minimera störningarna för övrig trafik. Allt mer av drift- och underhållsåtgärderna på vägarna görs också nattetid av samma anledning. Här finns en intressekonflikt som riskerar att medföra ökade samhällskostnader.

- Väghållarnas kostnader som direkt hänför sig till dispenstransporterna och som inte finansieras av transportörerna är inte medtagna (andra transporter får dock samma typ av ”fördelar”).
- Tidsförluster för bussar och deras resenärer är inte medtagna.
- Avgasemissioner av annan typ än koldioxid har inte beräknats.
- Störningar för de färjeresenärer som samsas med vindkraftstransporterna är inte inräknade.
- Störningar för annat hamngods som samsas med vindkraftstransporterna är inte inräknade.

Totala samhällskostnader för dispenstransporter till vindkraftspark Havsnäs

- *Tabell 5* visar att samhällets kostnader för pågående dispenstransporter nattetid (21.00-08.00) till vindkraftspark Havsnäs är knappt 18 miljoner kronor högre än de skulle ha varit om transporterna hade gjorts enligt logistik III med båt från Odense till Köpmanholmen. I beräkningen ingår de beräknade kostnaderna för leverantörens transporter. Per vindkraftverk är det knappt 400 000 kronor. Det transportsätt som har valts till Havsnäs är alltså dyrt för samhället.
- Leverantörens transportkostnad vid pågående transport dagtid är inte beräknad Medtrafikanternas kostnader för uppkomna störningar och kostnaden för koldioxidutsläpp skulle dock ha ökat med nästan 40 miljoner kronor om transporterna hade genomförts dagtid (21.00-08.00). Beslutet om att endast tillåta transporter nattetid var därför samhällsekonomiskt väl motiverat.

Samhällsekonomiska kostnader (miljoner kronor) **av dispenstransporter till Havsnäs.**

Kostnadspost		Bil hela vägen enligt pågående transport (logistik I)			Med båt från Odense till Köpmanholmen (logistik III)			Differenser		
		Natt (21.00-08.00)	Dag (ej rusnings-trafik)	Diff. dag minus natt	Natt	Dag	Diff. dag minus natt	Natt Logistik I minus III	Dag Logistik I minus III	Dag minus natt
Ett vind-kraft-verk	**TOTAL samhällskostnad**	**2,12**	***2,93***	***0,81***	**1,75**	***1,89***	***0,14***	**0,37**	***1,04***	***0,67***
	Beräknade transportkostnader (dagtid ej beräknade)	**1,55**	***1,55***	***0,00***	**1,52**	***1,52***	***0,00***	**0,03**	***0,03***	***0,00***
	Övriga samhällskostnader	**0,57**	**1,38**	**0,81**	**0,23**	**0,37**	**0,14**	**0,34**	**1,01**	**0,67**
	Koldioxid av själva dispenstransporten	0,12	0,12	0,00	0,08	0,08	0,00	0,04	0,04	0,00
	Tidsfördröjning för störda medtrafikanter	0,28	1,07	0,78	0,09	0,24	0,15	0,19	0,83	0,64
	Extra koldioxid pga störningar av övrig trafik	0,02	0,10	0,08	0,01	0,02	0,01	0,02	0,08	0,06
	Fler olyckor och skador	0,15	0,10	-0,05	0,05	0,04	-0,02	0,09	0,06	-0,03
Alla 48 verken	**TOTAL samhällskostnad**	**101,81**	***140,68***	***38,87***	**84,13**	***90,89***	***6,76***	**17,68**	***49,79***	***32,11***
	Beräknade transportkostnader (dagtid ej beräknade)	**74,33**	***74,33***	***0,00***	**72,95**	***72,95***	***0,00***	**1,37**	***1,37***	***0,00***
	Övriga samhällskostnader	**27,48**	**66,35**	**38,87**	**11,17**	**17,94**	**6,76**	**16,31**	**48,42**	**32,11**

Kommentar: Kostnader för returtransporter ingår för de flesta poster. Kostnader för dispenstransport av montagelyftkranar från Danmark ingår inte i transportkostnaden.

Tabell 5: Beräknade totala samhällskostnader för de transporter av vindkraftmoduler som görs med dispens i Sverige.

Beräkning av företagsekonomiska transportkostnader

Av *tabell 5* framgår att de beräknade transportkostnaderna för pågående transport (logistik I) nattetid bedömts till 1,55 miljoner per vindkraftverk (74,33 för hela parken).

En specificering görs i *tabell 6*. Vid beräkningen har antagits hur många dygn varje transportled kräver. Dygnskostnaden för ett fordonsekipage lastat för en dispenstransport har bedömts till mellan 15 000 till 22 000 kr per dygn, kostnaden för väntetider till 65 procent av detta och för returtransporter till 60 procent (inga eskortbilar etc.). Skeppningskostnader (från att godset är lastat på inkommande vägtransport tills det är lastat på utgående vägtransport) har erhållits från andra motsvarande vindkraftverkstransporter.

Transportkostnaden nattetid bedöms bli i det närmaste lika för de två logistikfallen – i logistik I 74,3 miljoner kronor och i logistik III 73,0 miljoner kronor. Båtalternativet bedöms bli något billigare för leverantören.

Transportkostnaden har inte beräknats för dagkörningar. Om transporterna gjorts med bil under dagtid bedöms dock kostnaden ha blivit något lägre trots att restiderna ökar något. Om dispenstransporterna hade fått göras under hela dygnet hade kostnaden minskat ännu något mer.

Det är samhällsekonomiskt lönsamt att tillåta att dispenstransporterna sker under hela dygnet. Detta under förutsättning att vindkraftstransporterna på väg görs på det lågtrafikerade vägnätet eller på 2+2-vägar med relativt begränsad trafik och generellt på vägar där det inte skiljer allt för mycket mellan trafikflödet dag och natt. Anledningen är att störningen för övrig trafik där inte skiljer så mycket mellan dag och natt.

Beräknade transportkostnader (miljoner kr) **för dispenstrasnporter från Danmark till vindkraftspark Havsnäs med biltransporter nattetid 21.00 - 08.00** (dagtransporter bedöms vara billigare)

Kostnadspost	Biltransport hela vägen enligt pågående transport (logistik I)	Med båt från Odense till Köpmanholmen (logistik III)
Vägtransport i Danmark	0,31	0,31
Färje-/brokostnader	0,08	0,00
Skeppningskostnader (från lastat på inkommande vägtransport till lastat på utgående vägtransport)	0,00	0,57
Vägtransport i Sverige till Havsnäs	0,79	0,31
Väntetid på lossning vid byggplats Havsnäs	0,17	0,12
Retur-/tomtransporter för bilarna från Havsnäs till och i Danmark	0,21	0,21
Etablering och avetablering av transportflottan i Sverige	0,00	0,01
SUMMA per verk (exkl. vindkraftverkens kapitalkostnader under transporttiden)	**1,55**	**1,52**
SUMMA för hela Havsnäs vindkraftspark, 48 verk (exkl. vindkraftverkens kapitalkostnader under transporttiden)	**74,3**	**73,0**

Tabell 6: Bedömda företagsekonomiska kostnader för transporter till vindkraftspark Havsnäs.

Beräkning av samhällskostnaden för koldioxidutsläpp och för störda vägtrafikanter

Av *tabell 5* framgår att beräknade samhällskostnader förutom transportkostnaderna för pågående transport (logistik I) bedömts till 0,57 (natt) och 1,38 (dag) miljoner kronor per vindkraftverk och för hela parken till 27,48 (natt) och 66,38 (dag) miljoner kronor.

Om transporten i stället hade gjorts enligt logistik III med båttransport Odense-Köpmanholmen hade samhällets kostnader minskat med 16,31 miljoner kronor jämfört med nattransporter med bil och med 48,42 miljoner kronor om biltransporterna gjorts under dagtid. Av *tabell 5* kan man också utläsa att det är ganska liten skillnad i samhällskostnaden för logistik III (6,76) mellan dag- och nattransport jämfört med logistik I. Anledningen är att biltransporterna är betydligt kortare. Men skillnaden beror i ännu högre grad på att det inte är så stor skillnad i störningarna för tredje part mellan natt och dag för sträckan Köpmanholmen - Havsnäs som för pågående transport.

Kostnadsposten ”Restidsfördröjning för övrig trafik” är näst transportkostnaden den största posten. En specificering görs i *tabell 7*.

Restidsfördröjningar för störda vägtrafikanter av dispenstransporter från Danmark till vindkraftspark Havsnäs				
	Med bil hela vägen enligt pågående transport (logistik I)		Med båt från Odense till Köpmanholmen och bil övriga sträckor (logistik III)	
	Natt	Dag	Natt	Dag
För ett vindkraftverk				
Personbilstimmar	553	2 997	186	586
Lastbilstimmar	237	529	79	103
För hela vindkraftsparken (48 verk)				
Personbilstimmar	28 388	153 935	9 540	30 082

Tabell 7: Restidsfördröjning för störda medtrafikanter.

Påverkan på trafiksäkerheten är den mest osäkra posten. Som framgår av *tabell 5* minskar olyckskostnaden vid transport dagtid. Det beror dels på att olycksrisken är högre under natten, men också på att Väg- och transportforskningsinstitutets (VTI) metodik som använts för beräkningarna inte på ett relevant sätt bedöms ta hänsyn till skillnader i trafikflöden.

Nyckeltal – merkostnad per km vägtransport i genomsnitt för koldioxid och störda medtrafikanters merkostnader

I *tabell 8* redovisas leverantörens transportkostnader. Vidare redovisas merkostnader för koldioxidutsläpp och för störningar av medtrafikanterna per kilometer vägtransport som dispenstransporterna till Havsnäs i genomsnitt orsakar för varje vindkraftverk. Utgående från dessa merkostnader har nyckeltalet redovisats mycket grovt. De ger en indikation på hur stora kostnaderna är för merparten av de rutter som kan bli aktuella för vindkraftstransporter i Sverige. Baserat på den analys WSP gjort skulle det ha gått att konstruera en modell för hur hänsyn bör tas till olika vägtyper och flöden. Detta fanns dock inte med i uppdraget till WSP.

Samhällsekonomiska nyckeltal (kr/km) för transportkostnader, kostnader för utsläpp av koldioxid och störda vägtrafikanters merkostnader per km vägtransport för dispenstransport av ett ca 2 MW vindkraftverk med torn i stål						
Kostnadspost		Havsnäs		Rekommenderade nyckeltal		Kommentar
		Nattransport (21.00-08.00)	Dag (ej rusningstid)	Natt	Dag Dygnet runt	
TOTAL		**1 566**				
	Transportkostnader	**1 187**		ca 1 000 kr	ca 900 kr	Beräkningen för Havsnäs inkluderar alla kostnad biltransporter inkl. färje- och broavgifter (gäller e nyckeltalen). Transportruttens längd och aktuella bör beaktas.
	Summa kostnader för utsläpp av koldioxid och störda vägtrafikanters merkostnader	**379**		**200 till 500**	Ca 2, 5 ggr högre än natt	Påverkas av typ av vägar och transportflödets dyg m.m. Vägar där trafikanter störs mycket har högs
	Koldioxid från transport av vindkraftsmoduler (för Havsnäs inkl. montagelyftkranar)	74			Ungefär lika som natt	Påverkas marginellt av när på dagen transporten g
	Tidsfördröjning för störda trafikanter	198	957		Ca 2, 5 ggr högre än natt	Påverkas av typ av vägar och transportflödets dyg m.m. Vägar där trafikanter störs mycket har högs Koldioxidkostnaden är dock inte lika känslig för som tidsfördröjningen.
	Extra koldioxid pga. störningar av annan trafik	18			Ca 5 ggr högre än natt	Påverkas starkt av typ av vägar och transportflöd dygnsmönster m.m.
	Olyckskostnad pga. dispenstransporter	89			Ungefär lika som natt	

Kommentar: Bedömt utifrån transport av ett vindkraftverk till Havsnäs (inkl. montagelyftkranar och returtransporter)
Km = medelvärde för tilltransporternas färdvägslängder för alla rutter från Danmark till Havsnäs.

Tabell 8: Samhällsekonomiska nyckeltal för transportkostnader, kostnader för utsläpp av koldioxid och störda vägtrafikanters merkostnader för dispenstransporter.

7. Transportdispenser för transporter på allmän väg

7.1 Önskemål om och förutsättningar för dispensgivning för tunga och skrymmande transporter på väg

Längden, bredden, höjden och vikten (totalvikt och axellaster m.m.) för enskilda fordonsekipage är avgörande för vilka färdvägar som klarar transporten.

Vindkraftsleverantörerna har önskemål om att köra dispenstransporter med fordonsekipage på upp emot 68 meters längd + bakomvarande styrbils utrymmesbehov. Vanligtvis går det dock inte att få fram fordon som är längre än 55 meter. På många vägar går inte ens det.

Önskemål finns också om transporter med bredder upp till 5 meter och höjder upp till 5,6 meter. Endast i undantagsfall går det att få fram transporter med höjder över 4,5 meter och bredder som överstiger 5 meter. Den fria höjden på vägnätet är 4,5 m om inga begränsningar är skyltade. När en transport är högre än 4,5 meter krävs idag ett intyg om att färdvägen är rekognoserad med avseende på fri höjd.

Hinder för dispenstransporter utgörs bl.a. av låg fri höjd under broar, mitträcken vid vissa passager, cirkulationsplatser med snäva radier och där mittutformningen gör att de inte går att snedda över, snäva kurvor, svackor eller backkrön med snäva radier, smala broar och vägar, låg bärighet, höga refuger, framkomlighetshinder av vägunderhåll m.m.

Leverantörerna har ett intresse av att få köra flera fordonsekipage i kolonn för att

minska på kostnaden för exempelvis framförvarande och bakomvarande varningsbilar och vägtransportledarnas bilar (eskortbilarna), samt för dispensavgifter (1 200 kr per beslut). I dag används i normalfallet en eller två varningsbilar och två eskortbilar, eventuellt även styrbilar. Önskemål finns om att få ha tre lastekipage i kolonn. Fordonstågens totala längder kan då bli 600 meter eller mer. Regelverket anger att en varningsbil får åtföljas av högst tre fordonsekipage. För transporter av vindkraftverkmoduler begränsas ibland antalet lastekipage i kolonn till två.

Vid dispensgivningen beaktas vägsystemets och broarnas fysiska tillstånd (utrymme och bärighet). I dispensbeslutet kan krav ställas på att transporten måste framföras på speciellt sätt (till exempel i bromitt över broar).

Trafikverket bekostar nödvändiga beräkningar av bärigheten på broar och geotekniskt känsliga vägavsnitt. Om det krävs speciella förstärkningsåtgärder eller andra ingrepp för att transporten ska kunna komma fram bekostar transportören detta. Det gäller såväl projektering, konstruktion, mark som måste tas i anspråk och utförande (demontering av räcken, provisorisk förstärkning av broar, utfyllnader av snäva kurvradier m.m.) som återställning.

7.2 Tillåten hastighet för dispensfordon och fordonståg

Såväl restider som miljöbelastningen (koldioxid med mera) och i viss mån trafiksäkerheten för övrig vägtrafik påverkas av med vilken hastighet fordonstågen får framföras. Maximal tillåten hastighet med last för flera lastbärare begränsas till 40, 50 eller 60 km/timmen. Utan last gäller 80 km/timmen. Reglerna för vilka hastigheter som gäller för dessa fordon omfattar dock inte alla varianter av lastbärare för vindkraftstransporter. Olika regler gäller också i olika länder. Dispensbesluten innehåller ibland upplysning om högsta hastighet.

Transportkolonnens medelhastighet beror av en mängd andra faktorer, som oplanerade och planerade stopp, hinder och störningar och hänsynstagande till övrig trafiks framkomlighet.

Fordonstågens längder och utrymmesbehov försvårar omkörning och försvårar också för mötande trafik. Det gör det också extra svårt för förarna att hitta lämpliga möjligheter att köra åt sidan för att släppa fram övrig trafik och att parkera för att klara kör- och vilotider med mera.

7.3 Samhällskostnad och dispenstransporter – en diskussion

De regler som styr dispensgivningen är utformade för enstaka transporter och är inte direkt tillämpbara för systemleveranser av den karaktär som gäller för vindkraftsparker. För dessa återkommande transporter måste större hänsyn tas till hur transporterna påverkar framkomligheten (restiderna) för övrig trafik och om trafiksäkerheten kan påverkas negativt.[1] För återkommande transporter finns också större ekonomiska förutsättningar att utveckla anpassade logistikkoncept.

Restiderna har bland annat stor betydelse för yrkestrafiken (busstidtabeller, just-in-time för industrins lagerhållning m.m.) och för pendlares resor till och från arbetet. Miljöbelastningen måste också påverka valet av transportmedel. Leverantörerna har förståelse för att samhällsekonomiska aspekter är relevanta att ta hänsyn till vid dispensgivningen.

1) ”Trafikförordningen 13 kapitlet 4§: Undantag får föreskrivas eller medges om det behövs av särskilda skäl och det kan ske utan fara för trafiksäkerheten, skada på vägen eller någon annan avsevärd olägenhet”.

Dagens transportteknik och tillgängliga lastbärare för vägtrafik och dagens regler för dispenstransporter på väg för dessa specialtransporter innebär dock att leverantörerna ofta väljer väg- och färjetransporter hela vägen från fabrik till montageplats. Vindkraftverksmoduler behöver då inte heller lastas om, vilket minskar kostnaderna och risken för transportskador.

Det finns dock alltid en risk för störningar för dispenstransporter på väg. Väderrelaterade störningar och oplanerade underhållsåtgärder på vägnätet kan ge stora tidsfördröjningar för transporterna. Störningar på montageplatsen kan skapa besvärande köbildning och tillfälliga uppställningsplatser för transportkolonnerna måste förberedas. De planerade omfattande vägtransporterna kan också vara svåra att kombinera med det planlagda underhållet av vägsystemet.

Vindkraftverksmoduler är stora och skrymmande och vissa delar måste hanteras med stor försiktighet. Det kan därför vara svårt att klara mellanlagringar längs transportvägen.

Transporter med båt påverkar annan godshantering i och vid hamnarna. En mängd lokala logistikaspekter inom hamnområdet påverkas också av logistikuppläggen.

Transporterna på väg till och från byggplatserna påverkar övrig yrkes- och privattrafik, och transporterna med bil på färja påverkar färjeresenärerna och annan godstrafik. De omfattande dispenstransporterna till vindkraftsparkerna får också betydelse för väghållningen. Planeringen av bro- och vägunderhållet och driften av vägarna behöver delvis anpassas till dispenstransporterna. Såväl vägunderhållsåtgärder som dispenstransporter till vindkraftsparker planeras främst in sommartid, vilket kan skapa prioriteringsproblem. Om transporterna behöver genomföras vintertid blir de betydligt svårare att genomföra på grund av försämrad framkomlighet och mörker, och risken för störningar av annan trafik ökar kraftigt. Transporter under tjällossningstider begränsas starkt på grund av minskad bärighet.

De samhällsekonomiska kostnaderna och störningen för trafikanterna kan dock väl motivera att båttransporter väljs som alternativ till vägtransporter för hela eller delar av transporterna till vindkraftsparkerna. De samhällsekonomiska kostnaderna är tids-, fordons- och miljökostnader (koldioxid, buller m.m.) och eventuellt ökande väghållarkostnader. Det torde finnas en stark utvecklingspotential för sådana logistikupplägg.

Den kraftiga förväntade ökningen av vägtransporter till vindkraftsparkerna gör att transporterna i allt större utsträckning behöver gå även vintertid, vilket riskerar att störa övrig trafik i allt större utsträckning.

TRAFIKVERKET PUBLIKATION 2010:032. UTGÅVA: 1 APRIL 2010.
FOTO: YANNICK GUÈRIN, KAJ KELDORFF, MANUEL HERNÁNDEZ, ANDERS ELIASSON. PRODUKTION: ATELJÉN.

TRAFIKVERKET

Trafikverket, 781 89 Borlänge, Besöksadress: Röda vägen 1
Telefon: 0771-921 921, Texttelefon: 0243-750 90

www.trafikverket.se