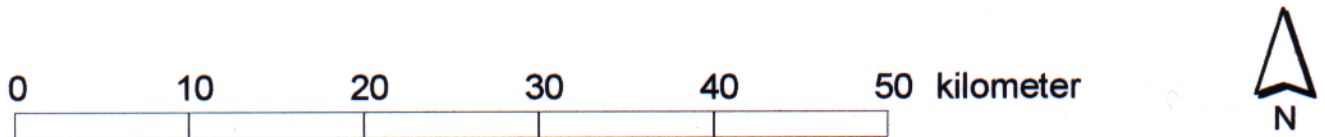
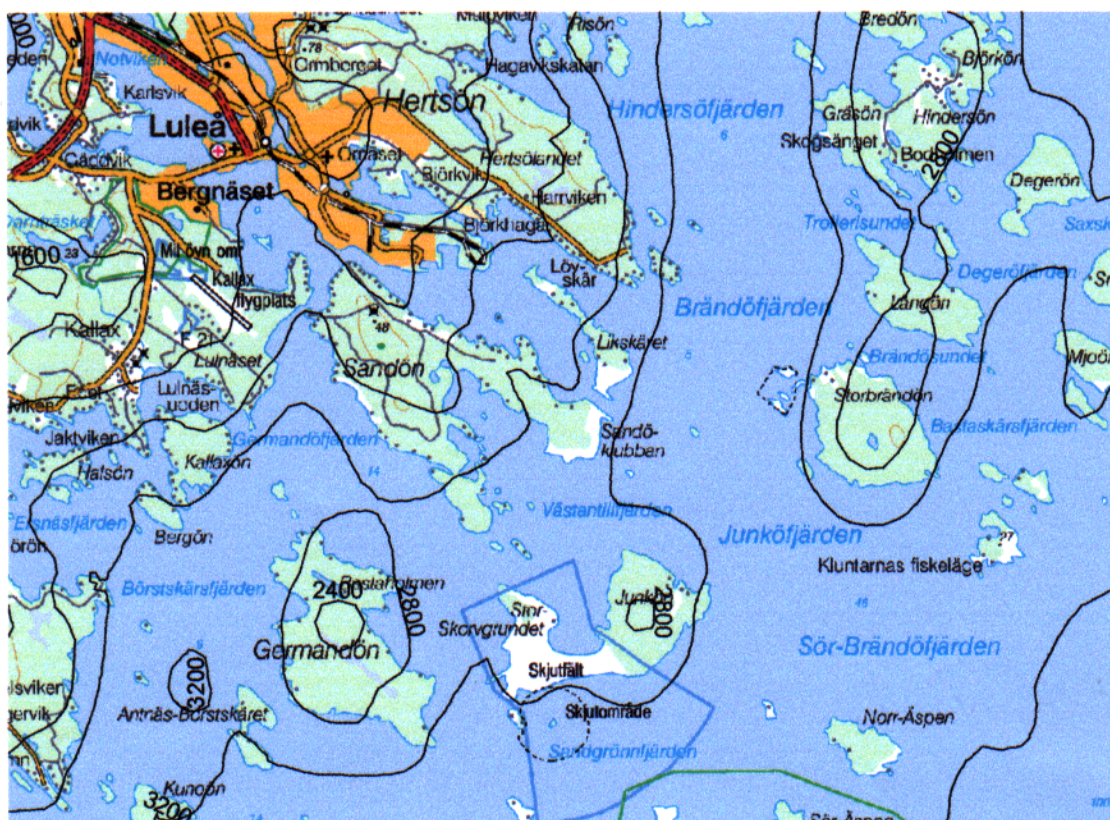


# Länsstyrelsen i Norrbottens län



∩ Vindens energiinnehåll (kWh/m<sup>2</sup>, år) på en nivå 50 meter över marknivå.





## Vindresurskartering över Norrbottens län Kustområdet

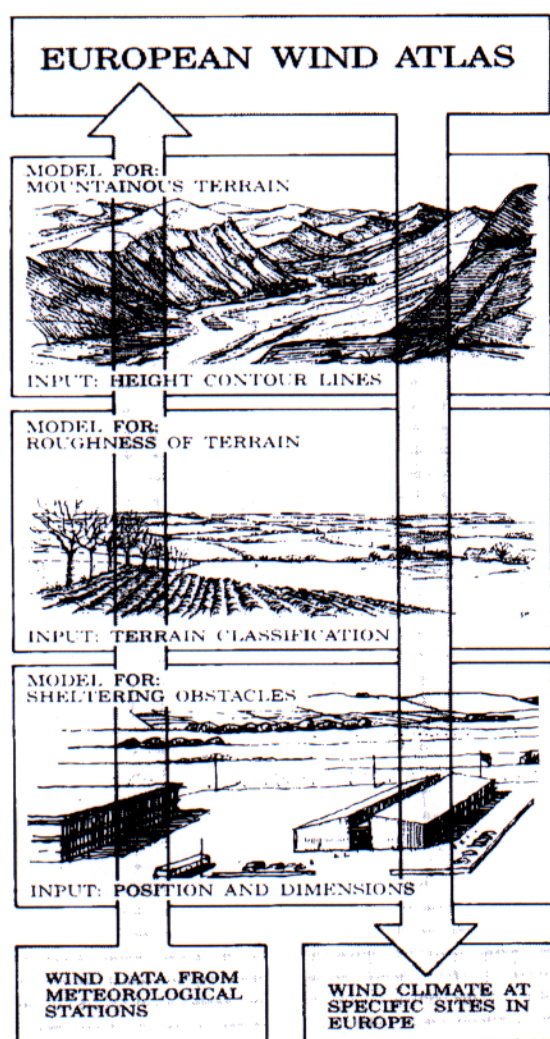
På uppdrag av Nordex AB, Kalix  
Finansierat av Statens Energimyndighet.

Mats Swensson, HushållningsSällskapet i Jämtlands län  
Ösavägen 14, 830 43 ÅS, 063-30040

## Inledning

Nordex AB har uppdragit åt HushållningsSällskapet i Jämtlands län (HSz) att kartera kustområdet i Norrbottens län. Finansiering kommer från Statens Energimyndighet. Resultatet skall slutanvändas av länsstyrelsen och kommunerna i planeringssyfte. Metoden överensstämmer i stort med de karteringar som SMHI tidigare utfört över södra Sverige samt delar av Västerbottens län<sup>1</sup>. Dock förekommer vissa skillnader i upplösning på de fysiografiska data. Resultatet är redovisat i tabellform med uppgifter om bland annat vindens energiinnehåll på 50 m respektive 100 m höjd över marken. Bifogat är även enkla kartor för grafisk redovisning av resultatet.

## Metod



Beräkningarna är utförda med WAsP, WindAtlas Analysis and Application Program<sup>2</sup> samt Wind Pro från EMD i Danmark. Metoden innebär att man omräknar en vindstatistik från en mätplats till beräkningspunkter i ett gridnät.

Omräkningens första steg är att vinddata från en mätplats omräknas till en regional vindatlas, dvs en beskrivning av vinden, opåverkad av markens topografi och råhet. Råhet är ett mått på markanvändningens bromsande effekt på vinden. Denna omräkning sker utifrån en beskrivning av topografin och råheten kring mätplatsen.

Steg två är att från en representativ vindatlas göra omvänd beräkning utifrån topografin och råheten kring beräkningspunkten, se [figur 1](#).

I detta arbete har gridnätets upplösning, och därmed avståndet mellan beräkningspunkterna, varit 500 m. Första steget av beräkningarna har utförts av SMHI, som levererat färdiga vindatlas.

Beräkningarna är utförda över ett område som begränsats av länsgränserna i syd och öst, samt ca 3-5 mil in över land och utanför den yttersta skärgården. Beräkningarna är vidare uppdelade i 6 beräkningsomgångar.

**Figur 1.** Vindatlasmetoden. Meteorologiska modeller används för att beräkna det regionala vindklimatet från vindstatistik. I omvänd riktning kan vindklimatet på valfri plats beräknas från den regionala vindatlasen.

<sup>1</sup> Krieg R m fl, 1998: Vindenergiartering för västerbottens län. Kustlandet. SMHI Miljö-Energi.

<sup>2</sup> Troen I and Petersen E L, 1989: EuropeanWind Atlas. Risoe National Laboratory, Roskilde, Danmark.

## Fysiografiska data

Fysiografiska data har erhållits av Länsstyrelsen i Norrbottens län.

Markens råhet, d v s dess bromsande inverkan på vinden, utgår från GSD Röda Kartans markanvändningsbeskrivning. De olika typerna av markanvändning, t ex skog, sjö, myr, öppen mark m fl har tilldelats numeriska värden på råheten. Exempel på råhetsbeskrivningens upplösning visas i [figur 2](#).

Beskrivningen av länets topografi utgår från GSDs höjddatabas med 50 meters gridavstånd. Den är sedan omarbetad till höjdkurvor med 5 meters ekvidistans, se exempel i [figur 3](#).

Beräkningsmetoden har tagit hänsyn till råheten inom en radie på 20 km och för topografien en radie på 6 km kring respektive beräkningspunkt.

## Vinddata

Att välja rätt vindstatistik, i form av vindatlas, är avgörande för beräkningsresultatet. Vindatlas bör inte komma från en mätplats som markant skiljer sig från det tilltänkta beräkningsområdet. På Norrbottenskusten finns ett antal SMHI-stationer med långa tidsserier av vinddata som kan användas för att skapa regionala vindatlas.

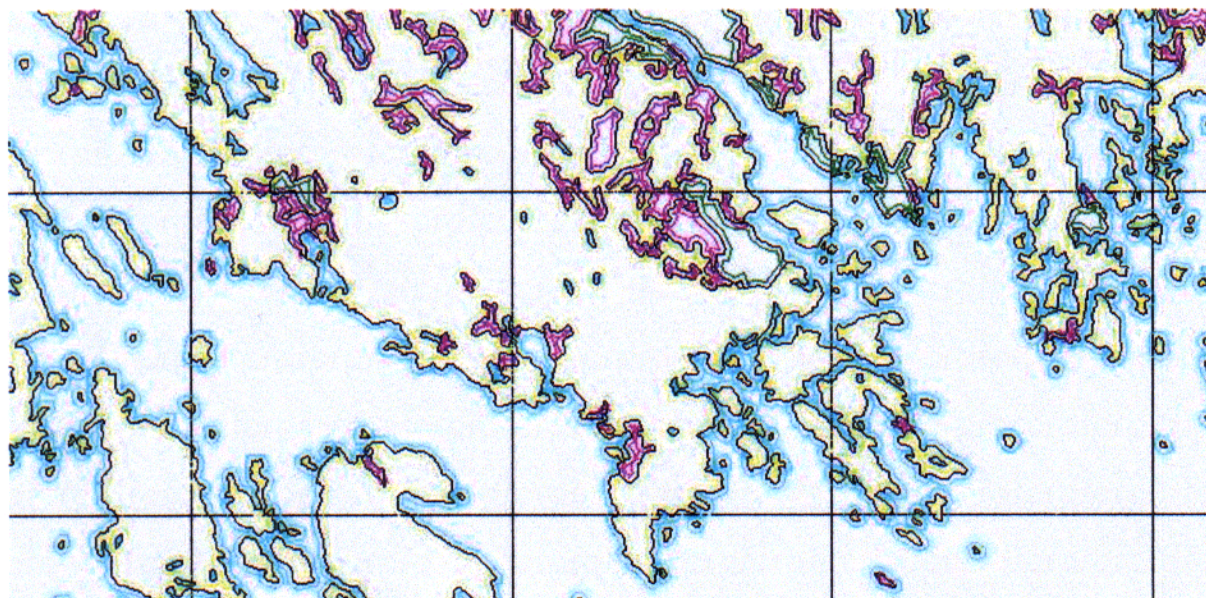
Vindatlasen för Luleå flygplats baserar sig på vinddata från åren 1976-95, medan Rödkallen baserar sig på åren 1969-80. Storön är en automatstation och har bara varit i drift sedan 1996. Fyra år är en kort tid och denna station måste därför tidsnormaliseras.

En sådan normalisering har utförts av SMHI på uppdrag av HSz. Det har skett genom att årsvisa korrigeringsfaktorer räknats fram för Luleå flygplats. Dessa faktorer visar vindens årliga medelenergiinnehåll i % av normalt, dvs perioden 1976-95. För hela perioden 1996-99 är vindens medelenergiinnehåll varit 80% av det normala på Luleå Flygplats. En korrigeringsfaktor på 1,25 måste därför användas på energivärden som framräknas med Storöns vindatlas.

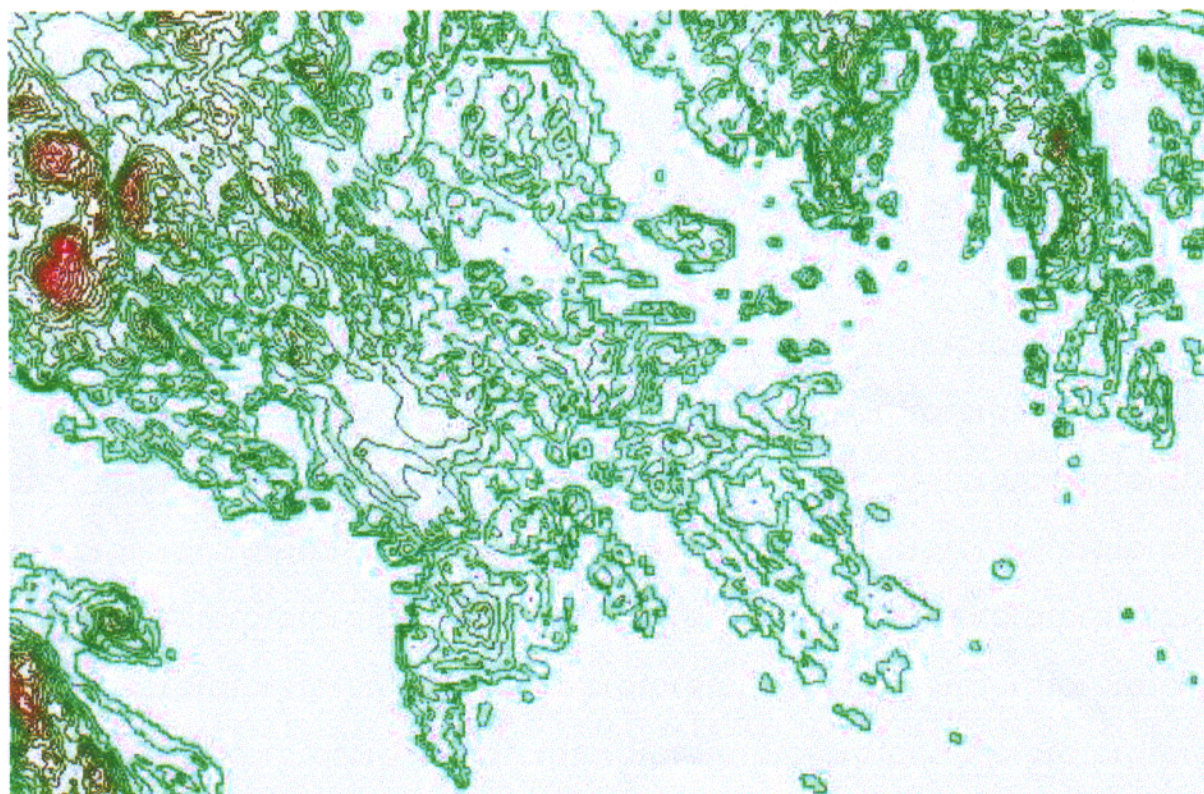
För jämförelse har vindenergin på 50 meters höjd över marken beräknats för dessa tre vindatlas. De fysiografiska förutsättningarna har antagits vara ett öppet platt odlingslandskap med råhetslängd på  $Z_0=0,03$ . Dessutom relateras resultaten till Storöns värde, se [tabell 1](#).

**Tabell 1.**

	Beräknat energiinnehåll (kWh/m <sup>2</sup> och år)	Förhållande till Storön X/Storön
Luleå 76-95	1 866	1.15
Storön 96-99 (korrigerat)	2 155	1
Rödkallen 69-80	3 092	0.70



**Figur 2.** Exempel på markanvändningsinformation som används i beräkningarna. Området är kring Kalix/Karlsborg och avståndet mellan linjerna är 1 km. Polygonlinjerna kommer från GSD Röda Kartans markanvändningsbeskrivning, och har olika markanvändning på respektive sida.



**Figur 3.** Exempel på topografisk information som används i beräkningarna. Området är kring Kalix/Karlsborg. Höjdkurvor har 5 m ekvidistans och är framtagna från GSDs höjddatabas med 50 m gridupplösning.

SMHI skriver i ett utlåtande att ”enligt vår bedömning representeras vindförhållandena ute till havs väl av Rödkallen, vindförhållandena på den yttersta kusten och i skärgården av Storön och vindförhållandena i övriga kustnära områden av Luleå flygplats”.

I Kemi, några mil in i Finland, finns en vindpark bestående av 3 st. Nordtank på vardera 300 kW. Verken står i en låg barrskog och har en navhöjd på 35 m. Genom att jämföra produktionsstatistik från 96-99 med energiberäkningar baserade på de olika vindatlaserna kan en uppfattning erhållas om deras respektive godhet, se tabell 2. Beräkningarna är utförda i WAsP. Fysiografen kring vindparken, råhet respektive 5 meters höjdkurvor, är digitaliserade från karta. Navhöjderna är kompenserade för trädtopparnas nivå.

Produktionsstatistiken är korrigerad med en bedömd tillgänglighet på 95% för vindkraftverken. Denna faktor är ett mått på hur mycket av den teoretiskt möjliga energin, baserat på befintlig vind, som vindparken lyckats producera. Om vindkraftverken inte har några driftstopp är faktorn 100%. Den faktiska tillgängligheten har inte varit tillgänglig.

Vid jämförelse med de långa vindatlaserna Luleå och Rödkallen har produktionsstatistiken korrigerats med korrektionsfaktorn för medelenergiinnehållet för perioden 96-99 vid Luleå flygplats. Vid jämförelse med Storön har en ren jämförelse skett, då produktionen och Storöns vindatlas är baserad på samma period. Enheten är MWh/år.

**Tabell 2.**

	Beräkning av årlig produktion WAsP	Årlig produktion Kemi 96-99		Godhet
		Verklig prod.	Korr prod.	Prod/beräknat
Luleå 76-95	1 216		1 435	1.18
Storön 96-99	1 136	1 148		1.01
Rödkallen 69-80	1 908		1 435	0.75

Kontrollen visar att en energiberäkning baserad på Storöns vindatlas nästan helt överensstämmer med den verkliga produktionen vid Kemi. Vindparken ligger på en halvö som sticker ut ca 5 km från den egentliga kustlinjen. Placeringen liknar den som Storön har söder om Kalix–Nyborg. Att godheten inte överensstämmer med förhållandena i tabell 1 beror på att de refererar till olika höjd över marken.

Sammanfattningsvis kan konstateras att Storön 96-99 ger ett resultat som är representativt för yttersta kusten och skärgården och att god överensstämmelse finns med befintliga verk i detta typområde av karteringsområdet. Storön har därför använts i karteringen. Resultatet har därefter korrigerats med faktorn 1,25 för att få en tidsnormalisering.

## Resultat

Karteringens resultat redovisas på Cd-skiva med DBF-tabeller som bland annat är läsbara i Excel och ArcView. Tabellerna är uppdelade för resultat på 50 m respektive 100 m höjd över marken. Tabellerna har 9 kolumner med följande innehåll:

N1	X-koordinat i rikets nät (m)
N2	Y-koordinat i rikets nät (m)
N3	Z-koordinat, dvs höjd över havet (m)
N4	Höjd över marknivå (m)
N5	Weibull A-parameter för alla sektorer (m/s)
N6	Weibull k-parameter för alla sektorer (dimensionslöst)
N7	Vindens effekt på aktuell höjd N4 ( $W/m^2$ )
N8	Vindens energiinnehåll på aktuell höjd N4 ( $kWh/m^2$ och år)
N9	Vindens energiinnehåll på aktuell höjd N4 ( $kWh/m^2$ och år) korrigerad med 1,25.

Vidare medskickas ett punkttema samt ett tema med isoventer för läsning i ArcView, båda för resultatet på 50 meter höjd.

Tre enkla kartor för visuell redovisning av resultatet har också tagits fram. Dessa har samma ekvidistans mellan isoventerna som i SMHIs kartering över Västerbottens kustområde. Isoventerna redovisar resultatet på 50 meter höjd och har enhet är  $kWh/m^2$  och år.

Resultatet är som sagts representativt för den yttersta kusten och skärgården. Om man studerar kartorna finner man att energinivån på 2 400  $kWh/m^2$  och år, på 50 m höjd, återfinns i detta området. Detta är den föreslagna energinivån som Nutek/Energimyndigheten anvisat som gräns för riksintresseområde för vindkraft. Det gör att karteringen bör ge en god bild av var denna gräns finns.

Jämförelsen i tabell 1 visar att beräkningarna baserade på Storön resulterar i en övervärdering för de inre delarna av karteringsområdet. Resultatet måste där reduceras med upp till ca 15-20 %, medan resultatet för de rena havslägena måste ökas med upp till ca 40 %. Det bör poängteras att beräkningsmetoden dock har svagheter över öppet hav, varför det senare är mycket osäkert.

Att beräkningarna utförts i ett gridnät med en upplösning 500 m innebär att en stor utjämnings effekt uppstår vid kartritningen. Som exempel kan den förökade vindenergin över en höjd bli oredovisad om den ligger mellan beräkningspunkterna. Vindresurskarteringen bör därför inte användas som underlag för vindkraftprojektering utan kan ge vägledning om intressanta områden som sedan kan undersökas närmare. Detta kan göras med teoretiska beräkningar med högre upplösning på indata och resultat, eller med praktiska vindmätningar på den aktuella platsen

För att ändå få en uppfattning om vad resultatet innebär för faktisk produktion för några vindkraftverk har områdets typiska frekvensfördelning (Storön) passats mot två typiska effektkurvor, en för ett 600 kW verk med 44 m rotordiameter, samt en för ett 1 300 kW verk med 62 m rotordiameter, se tabell 3. Båda med en antagen navhöjd på 50 m.

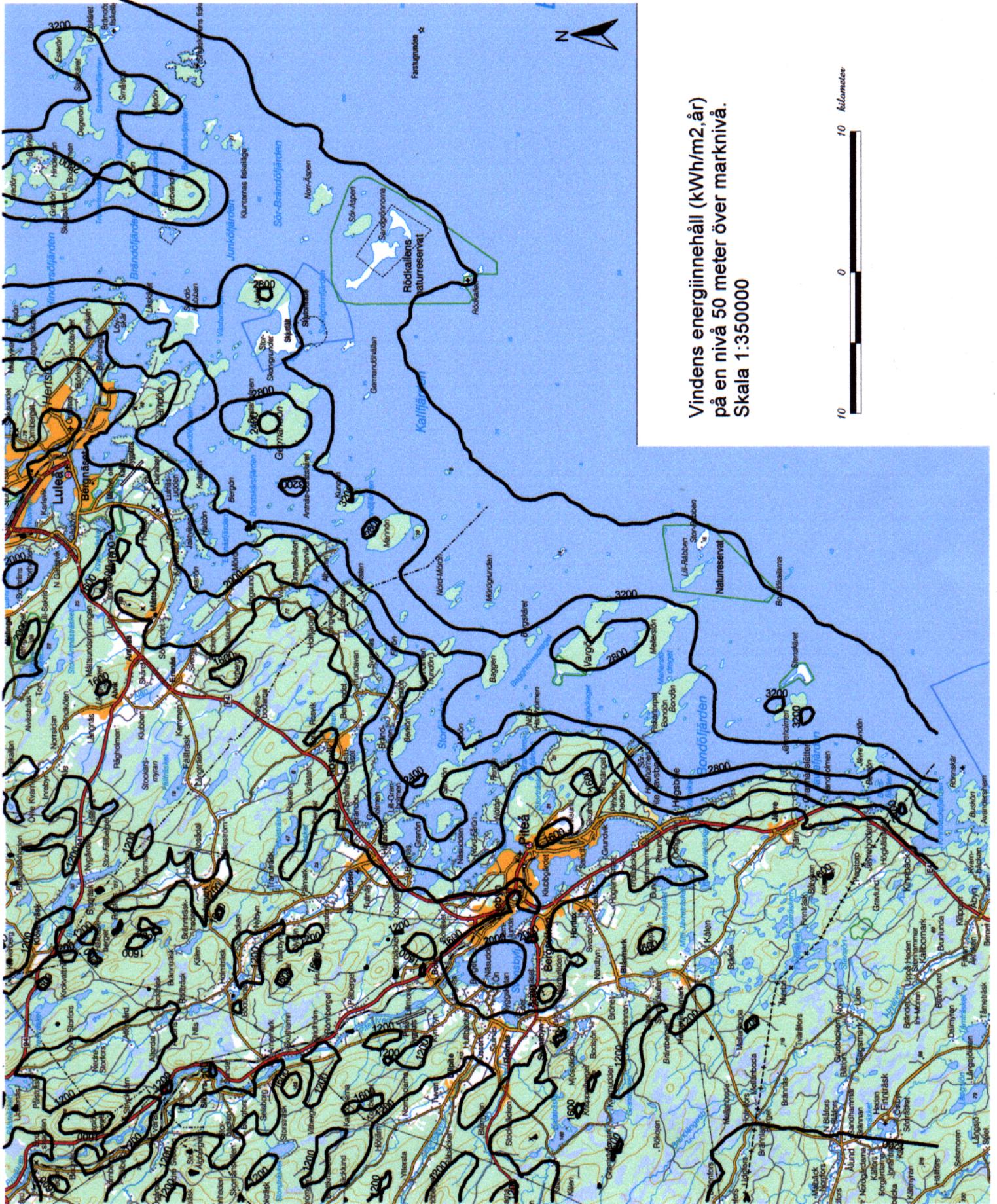
**Tabell 3.**

Vindens rörelseenergi på 50 m höjd (kWh/m <sup>2</sup> och år)	Typiska värden på energiproduktion (MWh/år)	
	600 kW, 44 m rotordiameter	1 300 kW, 62 m rotordiameter
1 200	670	1 310
1 600	880	1 750
2 000	1 080	2 180
2 400	1 250	2 540
2 800	1 400	2 900
3 200	1 520	3 180
3 600	1 650	3 440



# BD-län

## A50



Vindens energiinnehåll (kWh/m<sup>2</sup>,år)  
på en nivå 50 meter över marknivå.  
Skala 1:350000

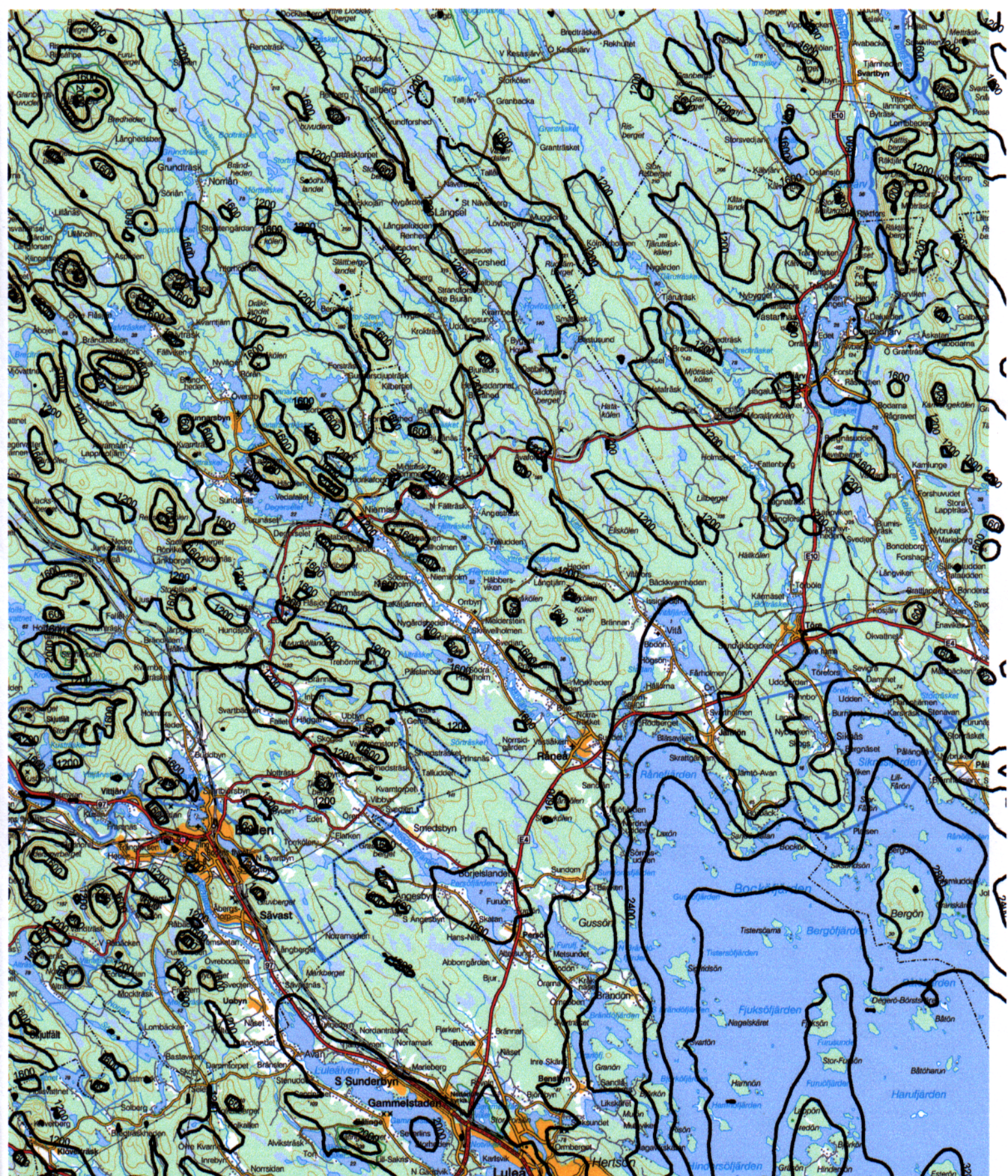


# B D - län

## B50

Vindens energiinnehåll (kWh/m<sup>2</sup>,år)  
på en nivå 50 meter över marknivå.  
Skala 1:350000

10 0 10 kilometer



# B D - län

## E50

Vindens energiinnehåll (kWh/m<sup>2</sup>,år)  
på en nivå 50 meter över marknivå.  
Skala 1:350000

