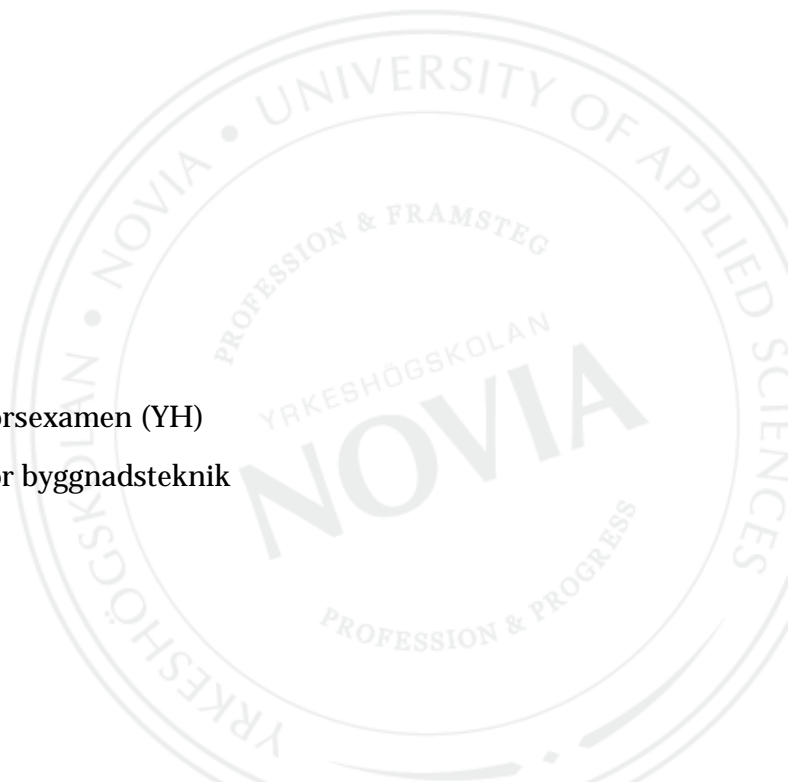


# Principer för planering av vägar för vindkraftsområde

Suad Bjelic

Examensarbete för ingenjörsexamen (YH)  
Utbildningsprogrammet för byggnadsteknik  
Vasa 2014



## EXAMENSARBETE

Författare: Suad Bjelic  
Utbildningsprogram och ort: Byggnadsteknik, Vasa  
Inriktningsalternativ: Konstruktion  
Handledare: Tom Lipkin

Titel: *Principer för planering av vägar för vindkraftsområde*

---

Datum 02.04.2014

Sidantal 56

Bilagor 22

---

Det här examensarbetet handlar om iståndsättning av befintliga och planering av nya vägar till en vindkraftspark. Storbötesområdet i Pensala är ett exempel. Där kommer att byggas 32 vindmøllor utspridda på en yta av ca 2000 ha. Uppdragsgivare är Prokon Wind Energi Finland.

Målet är att slå fast principer vid dimensionering av vägar, vilka skall uppfylla alla tekniska krav. Detta vill säga krav som ställs beträffande vägens bärighet samt formen på vertikala och horisontala kurvor. De här egenskaperna har en avgörande betydelse vid transport av tunga och långa laster. Vidare omfattar arbetet några förslag till hurudana jord- och bärighetsprov man bör ta vid planering av vägar.

Den teoretiska delen av arbetet grundar sig på InfraRYL, RT-kort samt olika broschyrer gällande utbyggnad och transport av vindkraftverk. Några fackmän inom transport- och byggbranschen bidrar via intervjuer med sin sakkunskap. I den empiriska delen behandlas okulär besiktning av terräng, jordprovstest vid Novias laboratorium och olika mätningar på området. Som resultat av detta arbete görs ett utkast till situationsplan för Storbötesområdet, längdprofil och skärning till en vald vägsträcka, vägkort samt entreprenadprogram.

---

Språk: svenska      Nyckelord: vägdimensionering, vindkraftpark, specialtransport

---

Förvaras: Tritonia, Vasa vetenskapliga bibliotek

## OPINNÄYTETYÖ

Tekijä: Suad Bjelic  
Koulutusohjelma ja paikkakunta: Rakennustekniikka, Vaasa  
Suuntautumisvaihtoehto: Rakennesuunnittelu  
Ohjaajat: Tom Lipkin

Nimike: Teiden suunnittelemisen periaatteet tuulivoimaloille

---

Päivämäärä 02.04.2014

Sivumäärä 56

Liitteet 22

---

### Tiivistelmä

Tämä opinnäytetyö käsittelee tuulimylyalueelle johtavien vanhojen teiden kunnostamista sekä uusien suunnittelemista. Storböte-niminen alue Pensalassa on yksi tuulivoimahanke. Sinne on tarkoitus rakentaa 32 tuulimylyä. Toimeksiantaja on Prokon Wind Energi Finland.

Aikomus on selvittää periaatteet, joiden mukaan teiden mitat lasketaan täyttämään kaikki tekniset vaatimukset. Asetetut vaatimukset koskevat ensisijassa teiden kantavuutta sekä mutkien muotoa. Nämä ominaisuudet ovat olennaisia raskaiden ja pitkien kuormien kuljettamisessa. Työhön sisältyy myös ehdotus siihen, mitkä maanäytteen ottaa ja mitkä kantavuuskokeet pitää suorittaa teiden suunnittelemisen yhteydessä.

Teoreettinen osa perustuu InfraRYL-hyn, Rt-kortistoon sekä esitteisiin koskien tuulivoimalan perustamista ja myllyjen kuljettamista. Rakennus- ja kuljetusalan asiantuntijat antavat mielipiteitään eri asiaan kuuluvien ongelmien ratkaisemisesta.

Empiirisessä osassa on käsitelty maaston silmämääräinen tarkastus, Novian laboratoriossa maanäytteistä tehdyt analyysit ja erilaisia mittaustöitä hankkeen alueella.

Tuloksena on tehty asemapiirros Storböte-alueelta, pitkittäisprofiili ja leikkaus valitulta tieosuudelta sekä urakoitsijan ohjelma.

---

Kieli: ruotsi

Avainsanat: teiden mitoitus, tuulivoima-alue, erikoiskuljetus

---

Arkistoidaan: Tritonia, Vaasan tieteellinen kirjasto

## BACHELOR'S THESIS

Author: Suad Bjelic  
Degree Programme: Construction Engineering, Vaasa  
Specialization: Structural Design  
Supervisor: Tom Lipkin

Title: *Principles of road design for a windmill farm*

---

Date 07.04.2014

Number of pages 56

Appendices 22

---

### Summary

This thesis work is about putting existing roads in order and planning new ones for a windmill farm. Storböte in Pensala is such a farm. Thirty-two windmills are to be built there in an area of 2000 hectares. The work is done on behalf of Prokon Wind Energi Finland.

The purpose of this work is to compose a manual of how to build these roads so that all demands are fulfilled, because the heavy turbines and the tall rotor blades make great demands on the transportation. To make a stable road you need to take soil samples and run some tests. This work includes suggestions and explanations of some methods.

The theoretical part is based on InfraRYL, RT-cards and brochures on transporting windmills and building wind farms. Professionals in the transportation and construction industry have also contributed with their special knowledge. The empirical part consists of visual inspections of the terrain, soil sample testing at Novia laboratory and various measurements in the field.

The result of this work is a final site plan for Storböte area, a cross section of a road and a longitudinal profile of a chosen section. There are also short technical description cards of those roads and one example of a tender management program.

---

Language: Swedish    Key words: bearing capacity, windmills farm, special transport

---

Filed at: the Tritonia Academic Library, Vaasa

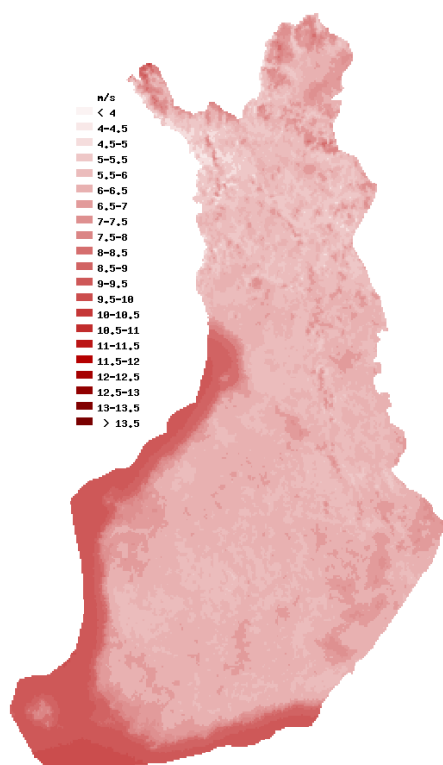
## Innehållsförteckning

1	INLEDNING .....	1
1.1	Tema.....	2
1.2	Beställare.....	2
1.3	Vindkraftsområde .....	2
1.4	Syfte.....	3
1.5	Metod.....	3
1.6	Avgränsningar.....	4
2	PLANERING AV VÄGAR.....	5
2.1	Allmänt .....	5
2.2	Vindkraftverk P3000.....	5
2.3	Specialtransport .....	8
2.4	Utgångsmaterial .....	9
2.5	Vägarnas indelning och krav .....	10
2.6	Befintliga vägar.....	13
2.7	Nya vägar.....	14
2.8	Vattenavrinning.....	14
3	JORDPROV OCH GRUNDUNDERSÖKNING.....	17
3.1	Allmänt .....	17
3.2	Kornfördelning .....	20
3.2.1	Siktning.....	20
3.2.2	Aerometeranalys.....	21
3.3	Manuellt stickprov .....	23
3.4	Viktsondering .....	24
4	BÄRIGHETSPROV .....	25
4.1	Allmänt .....	25
4.2	Tung fallvikt.....	25
4.3	Plattbelastning .....	27
4.4	Loadman.....	28
5	DIMENSIONERING .....	30

5.1	Bärighet .....	30
5.1.1	Allmänt .....	30
5.1.2	Nya vägar.....	31
5.1.3	Befintliga vägar.....	36
5.2	Horisontala kurvor.....	37
5.2.1	Allmänt .....	37
5.2.2	Dimensionering .....	38
5.2.3	AutoTURN-programmet .....	45
5.3	Vertikala kurvor .....	46
5.3.1	Allmänt .....	46
5.3.2	Dimensionering .....	47
6	RITNINGAR .....	48
6.1	Situationsplan.....	48
6.2	Längdprofil .....	50
6.3	Skärningar.....	51
6.4	Väggkort .....	51
7	ENTREPRENADPROGRAM .....	52
8	DISKUSSION .....	52
9	KÄLLFÖRTECKNING.....	54

## 1 INLEDNING

I slutet av år 2013 fanns det 209 uppbyggda vindkraftverk i Finland. Deras totala kapacitet var 447 MW, vilket täcker 0,9 procent av Finlands elförbrukning eller 777 gigawattimmar per år. Statsrådet siktar på att uppnå en produktion av 2500 MW och sex terawattimmar år 2020. Det innebär att man måste bygga cirka åttahundra vindkraftverk på sex år, vilket är imponerande med tanke på hur många vindkraftverk man har byggt hittills.



Figur 1. Medelvindhastighet vid 100 m höjd. (Vindatlas)

En förutsättning för att man skall få ut någon energi med hjälp av vindmöller är förstås vinden. De lämpligaste områdena för byggande av vindkraftverk i Finland är kustområdena, högre backar inne i landet och Lappland.

I Österbotten blåser vindar med en medelhastighet av 6 till 8 m/s, vilket är ett bra förhållande för att utvinna elenergi. Det finns just nu i Österbotten tiotals områden som planeras till vindkraftsparker. (Vindatlas, 2014)

Nu återstår det att se om Finland uppfyller nämnda produktionskrav till år 2020. Oberoende av det kommer regionen att bli ett stort vindkraftsbyggområde och fordon för specialtransport kommer att bli en del av vår vardag på våra vägar. Med lite eftertanke kan man förstå att vägarna är en synnerligen viktig länk i hela den här byggprocessen.

## 1.1 Tema

Ämnet för mitt examensarbete fick jag under min obligatoriska praktikutbildning hösten 2013 vid Prokon Wind Energy Finland. Mina uppgifter där var att planera och dimensionera vägar på olika vindkraftsområden. Det handlar om tillvägagångssättet vid planering från början till slut då det gäller tekniska krav och förverkligande. Med krav menas bärlinje samt vertikala och horisontala kurvor.

## 1.2 Beställare

Prokon Wind Energy Finland Oy är dotterbolag till det stora tyska bolaget Prokon. Bolagets verksamhet är baserad på produktion av förnybar energi såsom vindenergi och biodiesel. Förutom i Finland har Prokon ett dotterbolag i Polen.

I Finland har Prokon tio arbetare som är på gång med planering av ett fyrtiotal vindkraftsparker i olika delar av landet. Handledaren från Prokons sida var projektchef Michael Sandberg. Hjälpen fick jag också av projektchef Tore Regnell, medan handledaren från Yrkeshögskola Novia var Tom Lipkin.

## 1.3 Vindkraftsområde

Ett vindkraftsområde eller en vindkraftspark är ett område som är planerat för massproduktion av elenergi med hjälp av vindkraft. Det är möjligt att placera ett vindkraftverk såväl till havs som till lands. Själva vindmüllornas utveckling började i början av 1900-talet. Riktig fart tog utvecklingen från 1970-talet och framåt. Orsaken till det var oljekrisen och senare kärnkraftsolyckorna i Harrisburg (USA) och Tjernobyl (Sovjetunion, i dagens Ukraina). Ledande länder inom detta område i världen är USA, Kina, Brasilien, Danmark, Tyskland, Spanien, England osv. (Wizelius, 2007, s. 17–24)

I Finland är det Miljöministeriet och Landskapsförbundet som utreder och beslutar var ett vindkraftsområde får placeras. Planerade områden och produktion kan ses i bilaga 1 och 2.



I detta arbete kommer ett vindkraftsområde med namnet Storbötet som ligger i norra delen av mellersta Österbotten att behandlas. Området är beläget nära Pensala by och omfattar delar av två kommuner, Nykarleby och Vörå. Ytan uppgår till 1900 hektar. Kartan över området med färdigt planerade vägar finns som bilaga 3 till detta arbete.

Vindkraftparken Storbötet kommer att bestå av 32 vindkraftverk. Varje mölla skall ha en effekt på 3 MW vilket ger en sammanlagd effekt på 96 MW. Uppskattad nettoproduktion per år blir 340 GWh. Det täcker behovet av el för cirka 70 000 hushåll utan eluppvärmning. (MKB-Storbötet)

#### 1.4 Syfte

Ändamålet med mitt examensarbete är att utföra vägplanering för ovan nämnda vindkraftspark. Det viktigaste är att vägen uppfyller bärighetskraven samt att vertikala och horisontala kurvor blir körbara för specialtransporten.

Arbetet innehåller en mall för entreprenadavtal utan arbetsbeskrivning. Det här dokumentet bör vara möjligt att använda även i andra projekt efter en viss anpassning. Jag kommer att utarbeta situations plan, längdprofil och skärningar för vägar.

Beställarens krav är att arbetsmetoder och -principer går att tillämpa vid planeringen av övriga projektområden.

#### 1.5 Metod

Det här examensarbetet innehåller flera olika arbetsskeden. Därmed blev det nödvändigt att använda sig av olika metoder för att lösa vissa problem. En del av arbetet utfördes på kontoret, men den grundläggande delen gjordes ute på fältet och i Novias laboratorium. Ett par intervjutillfällen med representanter för transportfirmor ordnades också.

Vid planeringen av vägarna inne i vindkraftparken användes en preliminär detaljplan över området. Alla vägar blev omritade och koordinaterna granskades ute på platsen. Det blev en okulärbesiktning av terrängen. Kurvdimensioneringen blev utförd enligt en kombinerad av tabeller och svängningsradien tagen från två olika vindkraftstillverkarens broschyrer.

Ämnet är ganska okänt och det var svårt att hitta litteratur. Därför blev jag tvungen att göra intervjuer med tre olika specialtransportföretag, några byggmästare och byggnadsingenjörer. Allt detta för att göra arbetet så exakt som möjligt.

Kornstorleken i jordprov tagna från elva punkter på vindkraftsområdet bestämdes. Detta var nödvändigt för beräkningen av underbyggnadens bärighet. Vidare gav jag förslag till ytterligare några prov som kan utföras vid dimensioneringen.

Verktyg som användes var AutoCADMap, Microsoft Word, Microsoft Excel, GNSS mottagare Topcon HIPER SR, minidator Topcon PS236, planlaser TaminLine och en bärbar GPS-mottagare.

## 1.6 Avgränsningar

Detta arbete kommer inte att omfatta juridisk, ekonomisk och miljömässig del av vägplaneringar. Med juridisk del menar jag vägrätt och vägförrättning. Det gäller ett stort område och det finns ett större team som sköter dessa frågor. Dessutom brukar man inte börja planera ett område förrän man har skrivit kontrakt med nästan alla fastighetsägare.

Ett entreprenadprogram finns som bilaga till detta examensarbete. Programmet kan användas som en utgångsmall vid utformning av en anbudsförfrågan. Vid utarbetning av mallen användes YSE 1998 allmänna avtalsvillkor. Däremot blev det inte gjort vidare fördjupningar i lagar som reglerar beställarens ansvar och upphandlingsreglering.

Den ekonomiska delen eller kostnadskalkylerna går faktisk hand i hand med hur väl en vägplanering görs. Man kan avsevärt slösa med medel för en väg utan en bra plan. Det skall man tänka på hela tiden vid planering på kontoret och speciellt ute på fältet. Jag valde att lämna bort kostnadskalkylerna på grund av deras omfattning vid vägplaner

## 2 PLANERING AV VÄGAR

### 2.1 Allmänt

Vägarna är en av de viktigaste länkarna i hela den här utbyggnadsprocessen. Det finns tre olika typer av vägar i Finland med avseende på byggnation och underhåll. Dessa är landsvägar, gator och enskilda vägar. (Trafikverket, Vägplanerings gång, 2010, s.4)

Som landsvägar räknas riksvägar, stamvägar och regionvägar. Alla dessa vägar byggs och underhålls av staten. Material till vindkraftsparkerna och själva vindmöllorna kommer att transporteras längs landsvägar. Det befintliga vägnätet används, men en breddning av vissa korsningar blir säkert nödvändig.

Gator finns i tätorter och där är kommunerna ansvariga för byggnation och underhåll. Huruvida det finns möjlighet eller inte att transportera delar till vindmöllor genom tätorter är avgörande för via vilken hamn möllorna tas in till landet.

Enskilda vägar finns mest i glesbygden. Till den här gruppen hör skogsvägarna. I det här arbetet är det främst enskilda vägar som kommer att behandlas, både gamla som skall förbättras och sådana som skall byggas. Delägare i väglag och fastighets ägare är ansvariga för byggnation och underhåll av enskilda vägar. (Trafikverket, Vägplanerings gång, 2010, s.4)

I det här fallet har Prokon Wind Energy gjort arrendekontrakt med fastighetsägarna och därmed är Prokon ansvarig för byggnation och underhåll av vägarna på projektområdet.

### 2.2 Vindkraftverk P3000

PROKON P3000 är Prokons egen vindturbin som har utvecklats från år 2010. Vindturbinen har en effekt på 3 MW och den har utvecklats i samarbete med The Switch i Finland. (Vindparker med PROKON, s. 4)

På Storbötesområdet planerar man att bygga turbiner av typ P3000 och därför dimensioneras vägarna därefter. Jag kan nämna att alla vindkraftverk i den här storleksklassen, d.v.s. 3 MW, har ungefär samma dimensioner. Det betyder att vägarna blir anpassade för transport av vilket som helst 3 MW vindkraftverk, oberoende av leverantör. Det kan finnas avvikelser i dimensionerna i torndelarna beroende på om de tillverkas i stål eller betong.

Det finns två höjdalternativ för tornet vid byggnad av P3000, det ena är 92 m och det andra 142 m. Vingarnas längd är ungefär 60 meter, vilket betyder att den totala höjden blir 152 respektive 202 m. På Storbötet kommer det högre tornet att byggas. Det här tornet är av så kallad hybridmodell. Tornet byggs i tre delar den understa av betong och ovanpå den placeras två stålpipor. Betongtornet görs antingen av betongelement eller så gjuts det på plats i glidform.

All den här informationen måste tas i beaktande vid dimensionering. Mera information om de olika delarna och deras vikter hittas i bilaga 3.



Figur 2. En del av ett metalltorn. (Prokons bild)



Figur 3. Generator (Prokons bild)



Figur 4. Vindturbinens nav



Figur 5. Maskinhus



Figur 6. Transport av ett vingblade.



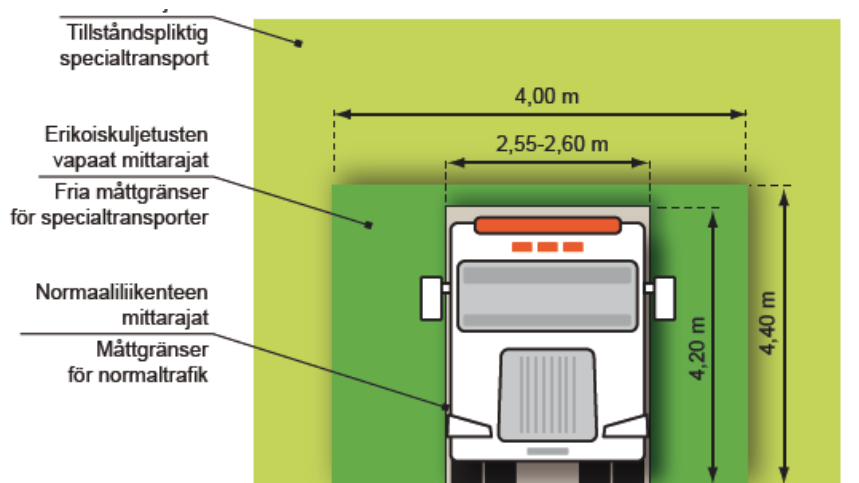
Figur 7. Färdigt monterade vingar.



Figur 8. Prokons vindturbin P3000.

## 2.3 Specialtransport

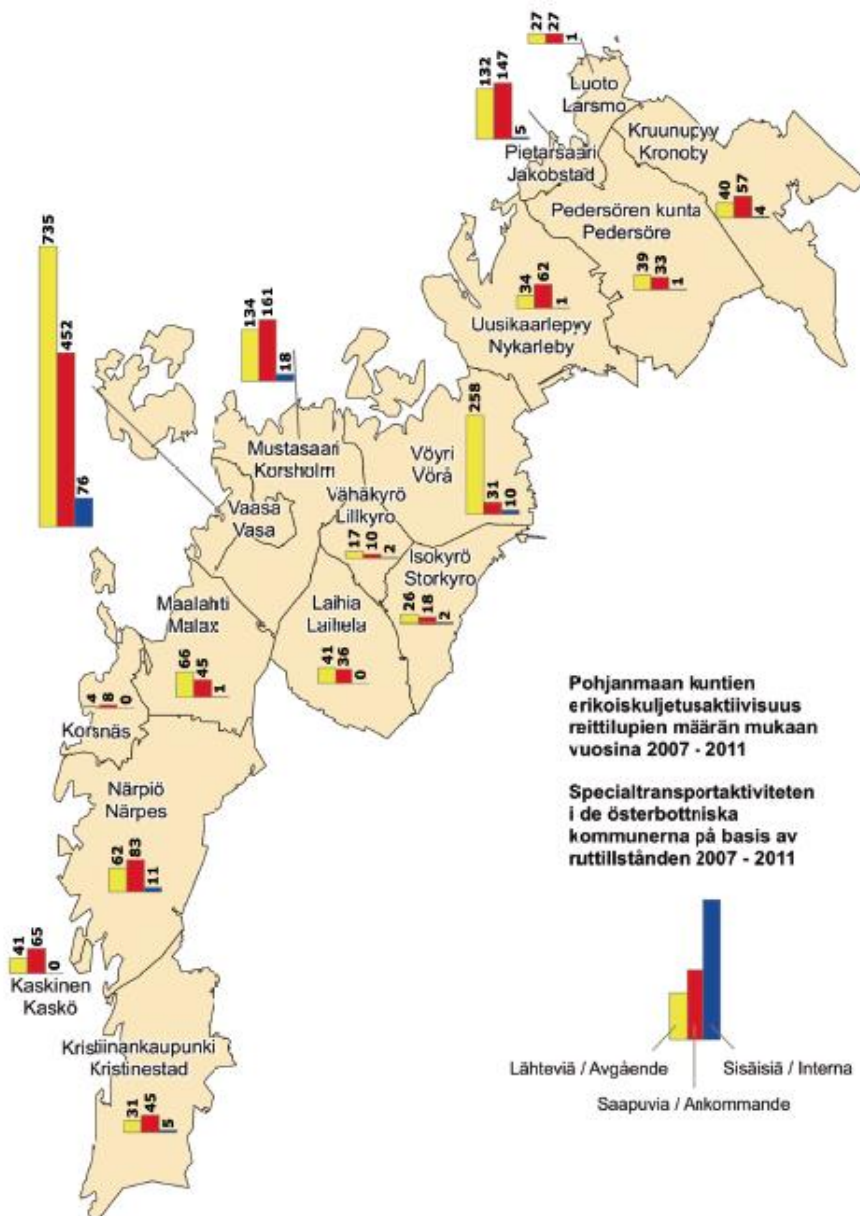
Om en transport överskrider allmänna mått- och viktbegränsningar för normal trafik betraktas den som specialtransport. Delar till vindmöller kräver självklart den här typen av transport.



Figur 9. Större mått kräver specialtillstånd i Finland. (Österbottens förbund, 2011, s. 8)

För att köra en specialtransport måste man begära ett specialtransporttillstånd av Närings-, trafik- och miljöcentralen (NTM-centralen). NTM-centralen i Birkaland är ansvarig för utgivandet av specialtransporttillstånd för hela Finland.

Alla transporttillstånd ansöks om av transportfirman. Beställaren, Prokon i detta fall, har inget skade- eller annat ansvar under transporten av vindturbiner. Däremot har Prokon ansvar för vägarna inom vindkraftsområdets gränser.



Figur 10. Antal specialtransporttillstånd under perioden 2007-2011 i Östergötten. ( Östergöttnens förbund, 2011, s. 29)

## 2.4 Utgångsmaterial

Jag började vägplaneringen utgående från en DWG-fil och ett dokument som heter Program för miljökonsekvensbedömning (MKB-program).

DWG-filen är en preliminär plan över Storbötesområdet. Den innehåller en grundkarta över befintliga vägar, projektets gränser, vindmöllornas positioner och föreslagna

förbindelsevägar till möllorna. I filen finns alla vägar inritade men utan kurvberäkningar och okulär terränggranskning.

MKB-programmet har sammanställts av FCG Design och planering Ab. FCG betyder Finnish Consulting Group som är ett av de ledande konsultbolagen i Finland angående infrastruktur, miljö och samhällsplanering.

## 2.5 Vägarnas indelning och krav

Med avseende på områdets storlek konstaterade jag tillsammans med projektchef Michael Sandberg att det blir nödvändigt att indela vägarna i grupper och klasser. Allt för att förenkla pappersarbetet vid planeringen, ritningsläsningen och själva byggandet.

Vägarna blev delad i befintliga och nya vägar. De befintliga fick bokstavsbenämningarna A, B, C, D, F, G, H och I. Bokstav E hoppades över på grund av närheten till riksväg E8 för att undvika missförstånd. De nya vägarna blev indelade i tre grupper: förbindelsevägar, WEA-vägar och en anslutningsväg. Mera information hittas på kartan som är bifogad.

Tabell 1. Längden på befintliga vägar

<b>Befintliga vägar</b>	
Benämning	Längd (m)
A	2060
B	3000
C	1880
D	800
F	2320
G	2260
H	1870
Sammanlagt	14190

Med förbindelsevägar avses vägar som binder ihop två befintliga vägar. I området finns två sådana vägar, förbindelseväg A-H och B-C (se bilaga). De här vägarna behövs för att få en cirkulerande trafik. En cirkulation behövs för att undvika trafik ”proppar” under byggskedet. Det kommer att färdas närmare tiotusen fordon med material längs dessa vägar, vilket ställer stora krav på vägarnas hållbarhet.



Tabell 2. Indelning och längden på WEA vägar

<b>Nya vägar</b>			
Benämning	Längd (m)	Benämning	Längd (m)
WEA1	440	WEA17	650
WEA2	130	WEA18	0
WEA3	0	WEA19	0
WEA4	0	WEA20	210
WEA5	600	WEA21	0
WEA6	120	WEA22	220
WEA7	220	WEA23	210
WEA8	310	WEA24	880
WEA9	325	WEA25	180
WEA10	140	WEA26	370
WEA11	0	WEA27	370
WEA12	150	WEA28	370
WEA13	360	WEA29	0
WEA14	525	WEA30	740
WEA15	420	WEA31	220
WEA16	0	WEA32	150
	3740		4570
Sammanlagt	8310		

Tabell 3. Förbindelsevägar och anslutningsväg

Förbindelsevägar	
A-H	700
B-C	1350
Anslutningsväg	2170

Meningen är att all trafik till området kör in via en anslutningsväg från västra sidan för att undvika skador på ett grundvattenområde på andra sidan vinkraftsparken. Kraven på en ny anslutningsväg kom från NTM-centralen. Det finns en väg genom det aktuella grundvattenområdet och där löper trafik dagligen, men NTM-centralen motiverar sitt krav med att olycks- och därigenom föroreningsrisken avsevärt stiger med så här stor trafik.

En WEA-väg går från byggplatsen för en mölla till en cirkulation. Här blir belastningen betydligt mindre men ändå 500–600 körningar per vindmölla.

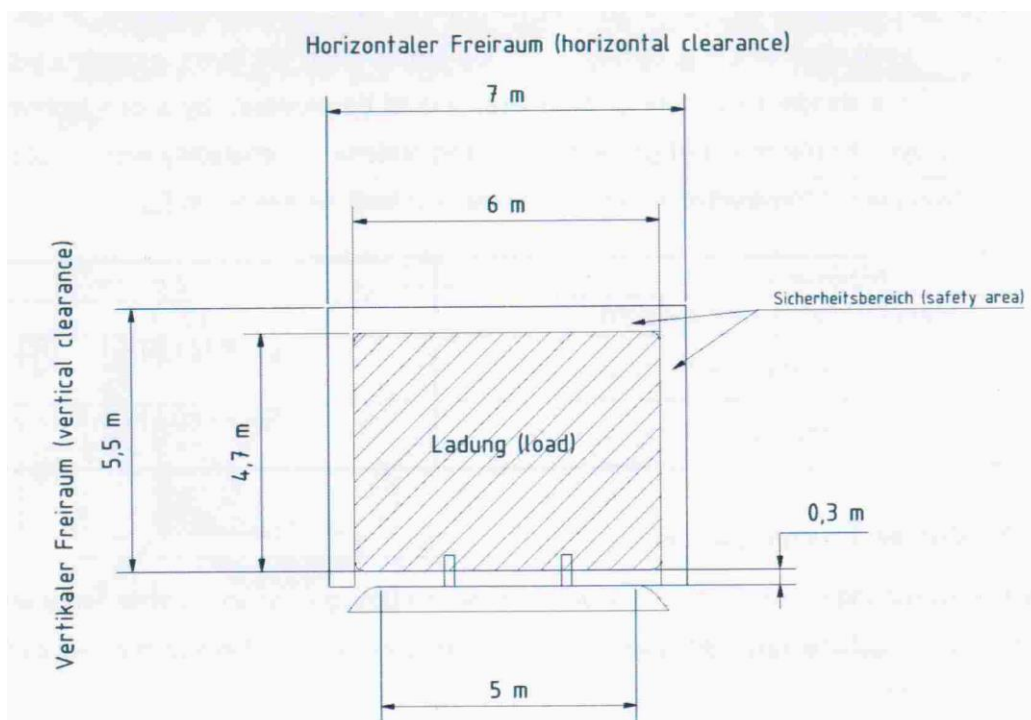
Kraven på dimensioner och bärligheter har tagits ur tillverkarens broschyr. Nedanstående figur och tabeller gör saken mera åskådlig.

Tabell 4. Leverantörens krav för vägens bärlighet. (Prokons broschyr)

Maximal axial load	12 t
Maximal loaded vehicle weight	175 t
Primary layer	$E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ und $E_{v2}/E_{v1} < 3$
top layer	$E_{v2} \geq 180 \text{ MN/m}^2$ und $E_{v2}/E_{v1} < 2,2$

Tabell 5. Övriga tekniska krav för vägarna. (Prokons broschyr)

Width of bearable road surface	5.00 m
Clearance width	7.00 m
Clearance height	5.50 m
Inner-side bending radius	see 2.7
Max. longitudinal slope road (ascending)-unpaved	9%
Max. longitudinal slope of road – paved (asphalt, concrete)	12%
Max. lateral slope of road	3%
Max. unevenness of road surface – 30m length (ground clearance)	0.15 m



Figur 11. Tekniska krav vid transport av maskinhus, generator eller nav. (Prokons broschyr)

## 2.6 Befintliga vägar

Nästan på varje i landskapsplan reserverat område för utbyggnad av vindkraft finns befintliga vägar. Oftast är det frågan om enskilda vägar och skogsvägar. De här vägarna bör utnyttjas i så hög grad som möjlig, vilket man har gjort på Prokon redan från tidigare. Nackdelen med de befintliga vägarna är att de oftast inte uppfyller kraven på varken körbanans bredd eller bärighet. På Storbötet kommer 14,1 kilometer av befintliga vägar att användas.

Jag började med att okulärbesiktiga och köra längs befintliga vägar. Idén var att granska slitskiktets tillstånd, körbanans bredd, vägtrummor samt möjliga svaga punkter med avseende på bärighet. Det stod genast klart att man måste bredda körbanan längs nästan hela vägen. Jag granskade då vägkanterna noggrannare och tog fasta på förekomsten av stora stenar, låga och våta platser, krökar, elstolpar o.s.v. och avgjorde åt vilken sida det är lämpligast att bredda vägen även med tanke på kostnaderna.

Jag noterade att de vägar som ligger inom Nykarleby kommun är i betydlig bättre skick än vägarna på Vörå kommuns område. Jag tog kontakt med Karl Andtfolk, skogsserviceman vid Skogscentralen. Skogscentralen hade med honom som ansvarig arbetsledare förbättrat vägarna genom Storbötet 2013. Jag var intresserad av vad som hade gjorts och om de hade gjort några bärighetsundersökningar. Andtfolk berättade att man bara kört mera grus på vägarna och bytt ut alla gamla betongtrumror mot plaströr. Vidare sa han att man brukar ha körförbud på våren och ibland på hösten under menförestiden. (Muntlig kommunikation med Carl Andtfolk, 28.02.2014)

Vid sidan av vägen fanns här och där gropar som jag tänkte var provgropar, men Andtfolk sa att de inte brukar ta några jordprov alls för analys. Han gissade att man tagit fyllnadsmaterial där. För att bestämma jordarten tog jag då egna prov och utförde siktningsprov.

## 2.7 Nya vägar

Det blir ungefär 12,5 kilometer nya vägar i området. Jag började med att skissa längdprofilen på millimeterpapper för vägar som redan var planerade och inritade på kartan från tidigare. Det visade sig att vägarna på flera ställen var för branta. Dessutom måste man känna till kurvradien för att kunna anpassa kurvorna enligt tillverkarnas tabeller.

Planeringen av nya vägar började med att gå ut i terrängen och granska möjliga vägsträckningar. Det tog lång tid på grund av områdets storlek. En GPS-mottagare användes för att hitta och spara koordinater. Vikten lades på den tekniska och ekonomiska delen vid val av vägsträckningar.

Den tekniska delen innehåller vilka krav som ställs för att möjliggöra transport av långa och tunga laster. Hit hör vertikala och horisontala kurvor, bärighet och en rak sträcka på minimum 140 m från vindkraftverket. Raksträckan behövs vid montering av lyftkran. Själva tornen är 142 m höga, så det betyder att man måste ha en minst lika hög kran för monteringen. Kranen transporteras i delar och skruvas ihop på marken innan man reser upp den. Detta är oekonomiskt men tekniskt enda möjligheten. En extra ”blind väg” är ibland lösningen för att uppnå de nödvändiga 140 metrarna, vilket exemplet på bilden nedan visar. Speciellt i terräng där mycket berg ligger upp i dagen kan man spara på dyrt sprängningsarbete genom att bygga en ”blind väg”.

## 2.8 Vattenavrinning

Yt- och grundvatten måste avledas från en väg om man vill behålla en bra bärighet på den. På en enskild väg avleds vattnet genom tvärfall, öppna diken och trumrör. Enligt krav skall tvärfallet vara 3 %, vilket är tillräckligt för avrinning av vägens yta. Ett öppet dike kan vara V- eller U-format. Dikets djup bör vara 300 mm under vägens överbyggnad.

Minimidiametern för trumrör är 300 mm. Vid dimensionering av en vägtrumma utgår man från avrinningsområdets storlek. Diametern för ett trumrör fås om man först räknar ut rörets area med formel på följande sida:

$$A = \frac{4 \cdot N \cdot q}{3 \cdot v \cdot 1000} \quad (1)$$

Där:

- A – är genomströmningsarea
- $\frac{4}{3}$  – 75% av area, då maximal hastighet uppträder
- N – avrinningsområde i  $\text{km}^2$
- q – specifik avrinning i  $\frac{\text{l}}{\text{s}} \text{km}^2$
- v – vattenhastighet kan tas till  $1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  vid ett fall av 10‰

Specifik avrinning bedöms på basen av markens och vegetationens beskaffenhet. Vid svagt lutande skogbevuxen mark kan det tas ett värde mellan 100 och  $200 \frac{\text{l}}{\text{s}} \text{km}^2$ . På ett område där det är brant och öppet och marken har dålig genomsläpplighet, används ett värde mellan 300 och  $500 \frac{\text{l}}{\text{s}} \text{m}^2$ . (A. Kristiansson, 1977, s. 16/4)

Värdena för avrinning varierar ganska mycket, men det måste man bedöma själv. Om vi tar ett exempel med följande uppgifter:

- N = 0,5  $\text{km}^2$
- q =  $150 \frac{\text{l}}{\text{s}} \text{km}^2$
- v =  $1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ , då får man följande resultat för arean

$$A = \frac{4 \cdot N \cdot q}{3 \cdot v \cdot 1000} = \frac{4 \cdot 0,5 \cdot 150}{3 \cdot 1 \cdot 1000} = 0,1 \text{ m}^2, \quad (2)$$

rörets radie fås ur

$$A = \pi \cdot r^2 \Rightarrow r = \sqrt{\frac{A}{\pi}} = \sqrt{\frac{0,1 \text{ m}^2}{\pi}} = 0,18 \text{ m}, \quad (3)$$

och då bli rörets diameter

$$d = 2 * 0,18 \text{ m} = 0,36 \text{ m} \Rightarrow d = 400 \text{ mm},$$

Närmaste standardstorlek är 400 mm, så den kommer att användas i detta fall.

Tabell 6. Översikt av befintliga trumrör i området.

kommun	Nykarleby				Vörå
diameter (mm)	300	400	600	800	500
längd (mm)	6000	6000	6000	500	≈ 6000
antal (st.)	8	2	2	1	7
typ	plast	plast	plast	stål	betong
sammanlagt	13				7

Trumrör för nya vägar räknas senare. På varje vägkort finns ett fält för trumrör att fylla i. Vid nedläggning av trumrör måste man laga en stenfri bädd under röret.



Figur 12. Gammalt trumrör utbytt.



Figur 13. Synligt berg i många diken.

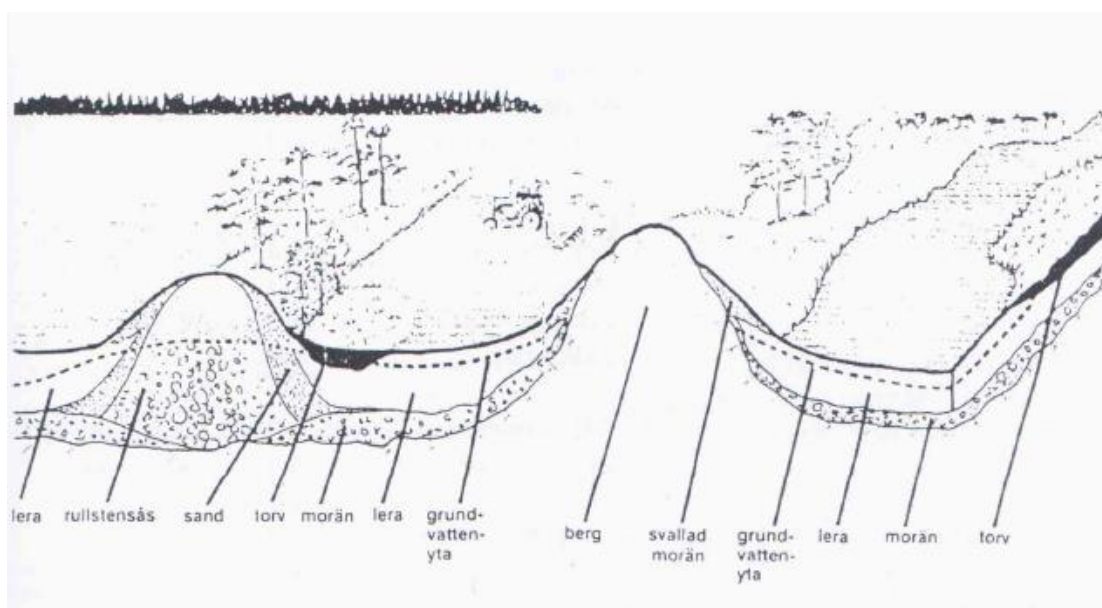
### 3 JORDPROV OCH GRUNDUNDERSÖKNING

#### 3.1 Allmänt

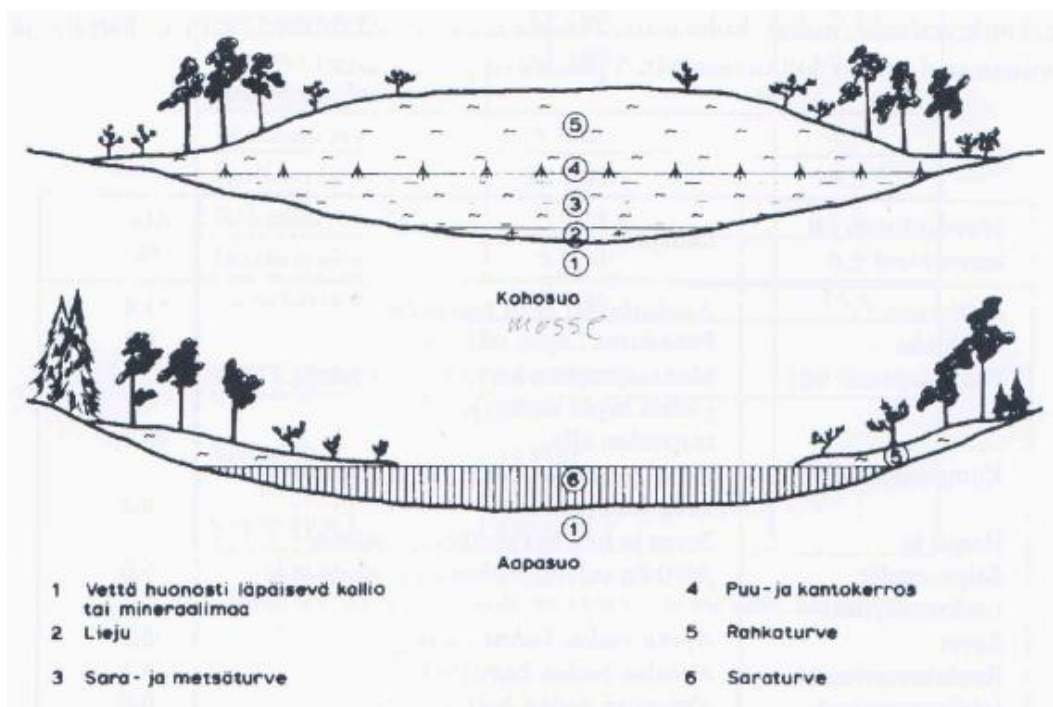
Vad man än bygger är materialkännedom av avgörande betydelse. Detta gäller inte minst vid ett vägbygge där man så långt som möjligt använder fyllnadsmaterial, d.v.s. jordarter som finns i närheten. Jordarterna har till allra största delen uppkommit genom nedbrytning av den omgivande berggrunden. Genom att studera denna kan man ofta dra slutsatser om karaktären hos de i trakten förekommande jordarterna. (Wåhlin med andra, 1988, s.145)

Under de äldsta geologiska tidsperioderna bildades bergarterna. Medan jordarterna bildades under den yngsta tidsperioden. Den yngsta tidsperioden, istiden, inträffade för cirka 10 000 år sedan. Bergarterna blev skrapade, malda, bearbetade och packade av inlandsisen. Detta hårt packade material heter morän och är den mest förekommande jordarten. Övriga jordarter bildades i form av avlagringar när inlandsisen smälte. Först därefter bildas lager av organiskt material såsom: gyttja, dy och torv. (A. Berg, 2008, s. 8)

På bilderna nedan ser man exempel på avlagringar. Kunskaper om hur de bildas är till stor hjälp vid fältundersökningar och därför är det tacksamt att ha studerat geologi, geomorfologi och topografi.



Figur 14. Exempel på jordlagerföljd. (Berg 2007, s. 9)



Figur 15. Olika exempel på torvavlagringar. (Jääskeläinen, 2011, s. 337)

Vidare går det att dela upp jordarterna i tre olika klasser med avseende på hur de tar upp belastningar. De tre klasserna är: friktions-, mellan- och kohesionsjord. I tabellen, på följande sida, ser man till vilken klass var och en jordart hör.



Tabell 6. Fördelning av jordarter. (Berg, 2007, s. 14)

Sammanfattning - jordarter						
		Gruppindelning		Kornstorlek mm	Egenskaper Tjälfarlighet	Kapillär stig- höjd mm
Osorterade jordarter		Morän		Alla	Varierar	Varierar
Sorterade jordarter	Friktions- jordarter	Block	Grovblock Block	>2000 >600	Normalt ej	
		Sten	Grovsten Mellansten	600 - 200 200 - 60		
		Grus	Grovgrus Mellangrus Fingrus	60 - 20 20 - 6 6 - 2		
		Sand	Grovsand Mellansand Finsand	2 - 0,6 0,6 - 0,2 0,2 - 0,06		0,15 - 0,04 0,50 - 0,12 3,5 - 0,4
	Mellan- jordarter	Silt	Grovsilt Mellansilt Finsilt	0,06 - 0,02 0,02 - 0,006 0,006 - 0,002	Mycket tjälfarliga	8 - 2,5 12 - 6 12 - 6
	Kohesions- jordarter	Ler		<0,002	Många leror är måttligt tjälfarliga	>10
*) OBS! Gränsen "flytande"					↑ ↑ ↑	↑ Överslagsvär- den för fast lagrat mate- rial

## 3.2 Kornfördelning

Bestämning av kornfördelning görs för att utreda vilken jordart det är frågan om. Själva processen kan indelas i siktning och aerometersanalys. Med dessa metoder reder man ut kornstorleken för de tagna jordproven. Sedan för man rita en siktkurva enligt den procentuella andelen av de olika kornstorlekarna. Jordartens benämning bestäms enligt denna siktkurva. I föregående tabell ser man sortering av jordarter enligt kornstorlek. Det är sällan att man har ett jordprovs kornfördelning enligt den här tabellen. Oftast är det frågan om något mellanting. Således får man olika jordar som t.ex. siltig sand, sandigt grus o.s.v.

På Storbötesområdet togs elva olika jordprov för analys. De blev tagna ur tidigare grävda gropar som finns i närheten av de tilltänkta vägarna och från vägkanterna av befintliga. Därutöver togs på 0,8 m djup prov på två olika ställen. Syfte med provtagningen var att få fram ett medeltal för jordens kornfördelning i nejden. Enligt den bestäms jordarten och dess bärighet. På så sätt för man ett värde för undergrundens bärighet i vägens kropp.

Både siktning och aerometersanalys utfördes vid Technobothnia, Novias laboratorium. Prövningarna gjordes enligt SFS-EN 933-1 standard för siktning och PANK-2103 för aerometersanalys.

### 3.2.1 Siktning

De nämnda elva jordproven packades i lådor, numrerades och togs till laboratoriet. Det var frågan om finkornig jord, vilket betydde att man inte behövde förtvätta jordproven. Jordmaterialet lades på plåtar för torkning i 24 timmar. Materialet siktades genom en serie siktgaller med en maskvidd från 0,063 mm till 64 mm. Siktningen gjordes med siktmaskin under konstant skakning i 12 minuter.



Figur 16. Maskin för siktning.



Figur 17. Torkugn.

En viktig del av processen är vägning av jordproven just före siktningen. Efter siktningen vägs proven på nytt, men den här gången skilt för varje maskvidd. Aerometersanalys utförs om mera än tio procent av materialet är finare än 0,063 mm.

Noteringar av mätningarna finns som bilaga till detta examensarbete. Eftersom materialet var finkornigt blev det behov av aerometersanalys för åtta av de elva proven.

### 3.2.2 Aerometeranalys

I den här analysen ingår allt material som blir finare än 2 mm efter siktning. Novias laboratorium utför arbete enligt PANK-2103. Metoden grundar sig på *Stokes lag* och partiklarnas sedimenteringshastighet. Enligt detta är det möjligt att reda ut kornstorlek med hjälp av tabeller och dataprogram. Den här metoden användes på åtta jordprov från Storbötet.



Figur 18. Jordprov till aerometersanalys.



Figur 19. Vägning av behövligt material.

Det användes 100 g. material till varje prov. Materialet placeras i ett en liters mätglas och blandades med 50 ml tetranatriumdifosfat-10-hydrat samt destillerat vatten upp till en liter sammanlagt. Alla prov blandades i 15 minuter och lämnades att stå i 24 timmar. Följande dag blandades de åter i 30 minuter och därefter påbörjades mätningarna.



Figur 20. Viktigt med anteckningarna.



Figur 21. En liters mätglas med jordprov i.

Mätningen utfördes genom att en densitets mätpinne placerades i glaset. Samma mätning utfördes i sex intervaller för varje prov. Intervallerna var efter: en minut, sex minuter, 1 timme, 5 timmar, 1 dygn och 4 dygn. Densiteten noterades på färdigt tryckta blanketter. Blanketterna finns som bilaga. Det är viktigt att välja rätt dag att påbörja processen för att undvika mätningar under helgen.

Med de samlade resultaten över densiteten fås ur tabeller andelen i procent av de olika kornstorlekarna. Sedan är uppgifterna färdiga att mata in i datorn för att få fram en siktkurva för jordmaterialet. Både siktnings- och aerometerresultaten matas in samtidigt. Aerometerkurvan måste justeras för hand i vissa fall för att få en löpande siktkurva. Vid

Novias laboratorium finns två olika program med vilka man fått samma resultat. Enda skillnaden är att i det ena behövdes justeras lite.

Resultaten och benämningarna för varje kurva finns i bilagor 6–17. I en stor del av proven visade sig materialet vara sandmorän. Därför blev det bestämt att bedöma undergrunden som sandmoren vid vägdimensioneringen.

### 3.3 Manuellt stickprov

Manuellt stickprov kan användas i mjuka och stenfria jordarter som t.ex. torv, gyttja och lera. Man använder sig av klena stänger som kan tryckas, skruvas eller slås ner i marken. Syftet med provet är att nå fast botten och bedöma jordskiktets tjocklek. Metoden är gammalmodig och används inte så ofta nuförtiden. Man får inga informationsregistreringar av sonderingsmotstånd med den här typen av provtagning. (Vägverket 1984)

På Storbötet användes två sticksonder med en längd av en resp. tre meter. Sonden skjuts ner i marken på misstänkt mjuka och låga områden längs de befintliga vägarna och längs en ny vägsträckning. Den nya vägsträckningen är blivande förbindelseväg B-C, mellan WEA 18 och WEA 19. Riskområden på befintliga vägar hittades på vägarna F och G. Jordprovsresultaten är sammanställda enligt jordart i nedanstående tabell.

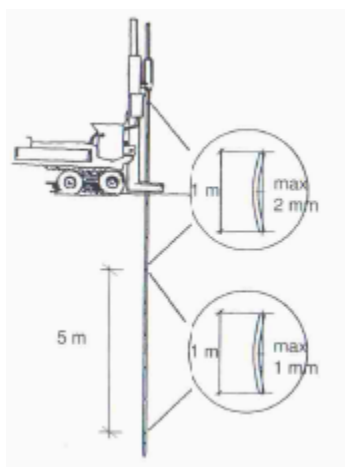
Tabell 7. Översikt av punkter och torvdjup.

Väg	Hål	Djup (mm)	Jordart
G	H1	900	torv, stenar
	H2	500	torv, stenar
F	H3	1400	torv
	H4	1700	torv
	H5	1800	torv
	H6	2600	torv, lera eller silt
	H7	1600	torv
	H8	300-500	torv, morän
	H9	400-700	torv, morän
	H10	1200	torv, morän
	H11	600-900	torv, stenar, morän
B-C	H12	1800-2100	torv
	H13	1600-2100	torv
	H14	600-800	torv, stenar eller berg
	H15	300-500	mosse, berg

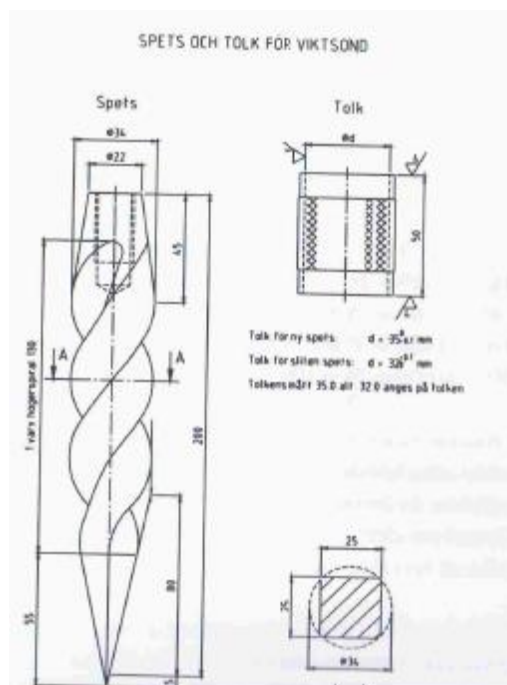
### 3.4 Viktsondering

Syfte med sondering är att utreda jordens fasthet på ett visst område och på ett visst djup. Man driver ner i marken en stång på olika sätt och registrerar motståndet mot nerdrivningen. På samma gång reds djupet till fast botten ut. Det finns olika sätt av sondering beroende på hur man driver ner sonden, när och hur man mäter motståndet. Sätten kan vara: viktsondering, trycksondering, hejarsondering, CPT-sondering, vingsondering, jordbergssondering osv.

I det här arbetet kommer bara viktsondering att förklaras närmare. Vid viktsondering används en skruvformad spets, som liknar en borrh, vilkens längd är 200 mm. Spetsen är fastskruvad i den första stängen och belastas stegvis med vikter upp till 100 kg (1 kN). Sjunker den inte vid en belastning på 1 kN, börjar man med vridningar för att skruva ner den i jorden. Vridningarna räknas i halvvarv. Stängerna kan drivas ner manuellt eller maskinellt. Stängerna kan vara 1000 mm eller 2000 mm långa och skarvas genom påskruvning.



Figur 22. Raka stänger krävs. (SGF Rapport)



Figur 23. Viktsondens spets. (SGF Rapport)

Resultatet presenteras i ett diagram. Där kan man se hur mycket stången sjönk vid en belastning av 1 KN och hur många halv varvs vridningar det behövdes för att spetsen skulle sjunka 200 mm. Enligt de här uppgifterna kan man bedöma jordarterna på ett visst djup. (Metodbeskrivning för viktsondering, SGF Rapport 1993)

På Storbötet utfördes ingen viktsondering. Det fanns inget större behov av ett sådant prov. Undergrunden är ganska stadig att bygga en vägkropp på. Det blev bevisat genom siktning och aerometeranalys. Prokon brukar beställa olika sonderingar av konsultföretag vid planering av kranplatser och vindkraftsgrunder.

## 4 BÄRIGHETSPROV

### 4.1 Allmänt

Bärighetsproven är lika viktiga som jordproven. I detta arbete kommer att presenteras tre olika metoder för att bedöma vägens bärighet. Metoderna kan användas vid granskning av bärigheten på nybyggda vägar eller för att kontrollera bärigheten på befintliga vägar. Kontroll av befintliga vägar är viktig med avseende på behovet av förbättring och breddning. Inga sådana prov har gjorts på Storbötesområdet.

### 4.2 Tung fallvikt

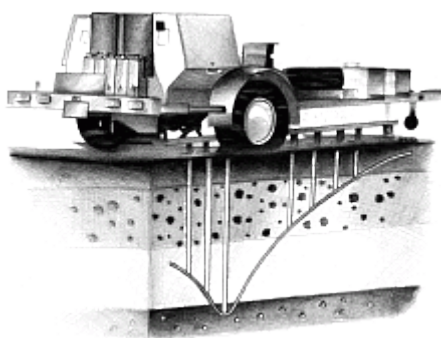
Tung fallvikt används för att undersöka bärighetsförmågan hos en befintlig eller nybyggd väg. Metoden baserar sig på det att man simulerar laster som uppnås vid körning med tunga fordon och därefter registrerar hur mycket konstruktionen sjunkit. Som slutligt resultat av mätningarna fås en graf. Grafen är en produkt av olika mätningar som bearbetas i dator.



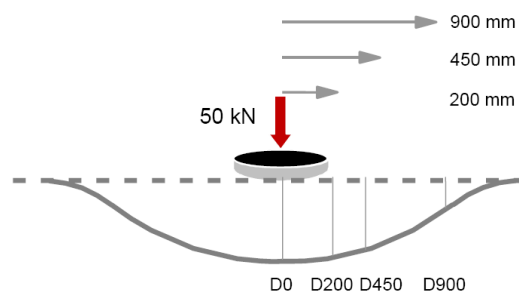


Figur 24. Tung fallvikt på en bilkärra. (Roadmasters, 22.4.2014)

Mätningens anordning för tung fallvikt är oftast monterad på en bilkärra eller inne i en paketbil. Anordningen innehåller en belastningsplatta, ett fjädersystem ovanpå och en vikt. En standardmassa för vikten är 50 kN, vikten faller på fjädersystemet och därigenom överförs kraften via plattan till vägen.



Figur 25. Kraftfördelning. (HVA GeoSciences, 22.04.2014)



Figur 26. Sensorfördelning. (Vägverket 1998:80)

Belastningsplattan har en diameter på 300 mm och är på mitten försedd med en deflektionssensor. Det finns några sensorer till, vilka registrerar deflektion på ett visst avstånd från plattans mitt. Dessa avstånd är 200, 450 och 900 mm från centrum. Deflektion kan definieras som vägytans momentana nedböjning under dynamisk last.

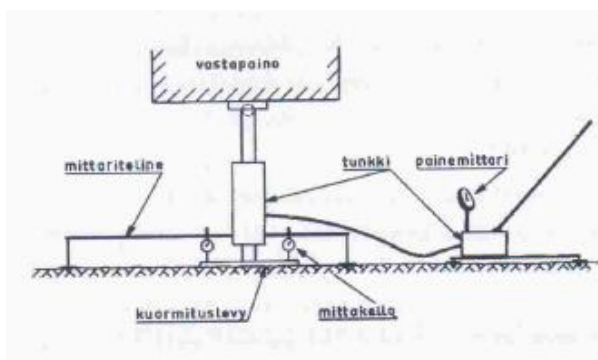
Sådan typ av mätning beställs ofta av olika konsultfirmor. Som resultat fås graf och eventuell resultattolkning. Resultatet kan användas som utgångsbärighet vid förbättring av befintliga vägar eller som slutlig bärighetsgranskning av färdiga vägar.



### 4.3 Plattbelastning

Denna metod används för undersökning av underlagets elasticitets- och deformationsegenskaper. Syftet är att komma fram till styvhet och packning av material i vägens kropp. Provet kan användas vid granskning av bärighet på nybyggda vägar och vid granskning av befintliga vägar före förbättring.

Själva utrustningen är enkel och ganska lätt. Enda nackdelen med metoden är att man behöver ha ett tyngre fordon på plats vid mätningarna. Det behövs en belastningsmotvikt som är 4,5 ton större än den högsta provlasten.



Figur 27. Statisk plattbelastning. (Jääskeläinen, 2011)



Figur 28. Fordon som motvikt. (Liikennevirasto, 2012)

Anordningen består av: en lastplatta, tryckutrustning med oljepump, högtrycksslang, hydraulpress, kraftmätare och sättningsmätare. Vanligaste dimensionen för belastningsplattan är 300 mm i diameter och 25 mm tjock. Övriga möjliga dimensioner är 600 eller 762 mm i diameter och 40 mm tjocka. Belastningsplattan bör placeras vågrätt mot vägens yta. Man får använda sand för att jämna ut ytan under plattan. Hydraulpressen bör stå så rakt som möjligt under provningen och bör inte vara högre än 600 mm.

Själva mätningen utförs enligt DIN 18134, som ursprungligen kommer från Tyskland. Mätningen utförs genom intervallbelastning av plattan. Lasten påförs i sju steg. För varje steg höjs trycket i hydraulpressen 0,08; 0,16; 0,24; 0,32; 0,45 och 0,50 MPa. Första steget ligger på i två minuter och övriga i en minut. Efter avlastning görs hela provserien en gång till på samma sätt. Så går det att räkna ut deformationens E-modul för båda mätningarna. Resultaten benämns  $E_{v1}$  för den första och  $E_{v2}$  för den andra mätningen.

I följande tabeller ser vi exempel på en mätning som Vägverket i Sverige publicerat. Publikation 1993:19, Metodbeskrivning 606:1993:

Tabell 8. Mätvärden för första belastningen.

Nr	Kraft kN	Normal- spänning $\sigma_0$ MN/m <sup>2</sup>	Sättning	
			Mätur 0,01 mm	Plattans Centrum 0,01 mm
0	0,71	0,01	0	0
1	5,65	0,08	5	7
2	11,31	0,16	15	20
3	16,36	0,24	23	31
4	22,62	0,32	40	53
5	28,27	0,40	60	80
6	31,81	0,45	72	96
7	35,34	0,50	96	128
8	17,67	0,25	85	113
9	8,48	0,12	71	95

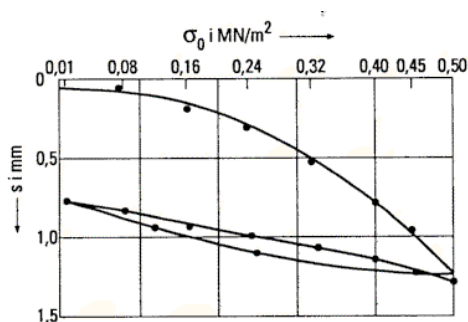
Tabell 9. Mätvärden för andra belastningen.

Nr	Kraft kN	Normal- spänning $\sigma_0$ MN/m <sup>2</sup>	Sättning	
			Mätur 0,01 mm	Plattans Centrum 0,01 mm
10	0,71	0,01	56	75
11	5,65	0,08	61	81
12	11,31	0,16	66	88
13	16,36	0,24	79	97
14	22,62	0,32	78	104
15	28,27	0,40	86	115
16	31,81	0,45	92	123

Tabell 10. Slutligt resultat.

		Första be- lastning	Andra be- lastning
$\sigma_1 \text{ max}$	MN/m	0,50	0,50
$a_1$	mm/(MN/m <sup>2</sup> )	- 0,268	+0,610
$a_2$	mm/(MN/m <sup>2</sup> )	5,195	0,951
$E_v = \frac{1,50 \cdot r}{a_1 + a_2 \cdot \sigma_1 \text{ max}}$		96,6	207,3
$E_{v2}/E_{v1}$		2,15	

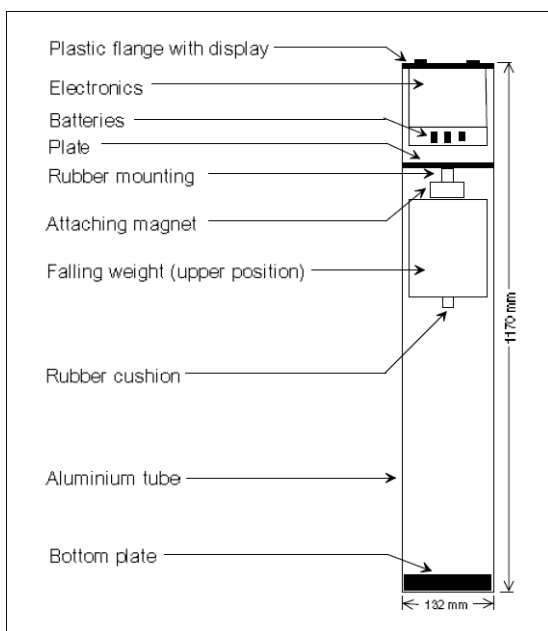
Figur 29. Trycksättningslinje vid packningskontroll.



Mätvärdena nummer 8 och 9 i tabell 8 är avlastningsvärden som enligt broschyren måste vara med. Slutligt resultat i tabell 9 är förhållande mellan  $E_{v2}$  och  $E_{v1}$ . Det här resultatet kan jämföras med tabell 4 i rubrik *Vägarnas indelning och krav* (2.5.). Det betyder att den här vägen skulle uppfylla leverantörens bärighetskrav. Vidare kan man säga att denna metod lämpar sig bra att använda vid dimensionering av vägar för transport av vindkraftverk.

#### 4.4 Loadman

Loadman är en typ av lätt fallvikt för mätning av vägens E-modul. Den kan också användas för bärighetsmätning av övrig grundkonstruktion. I Finland har den använts sen år 1991 och har fått bra kritik.



Figur 30. Loadman, dess beståndsdelar. (Bennet, 1994, s. 2)

Total weight	16 kg
Height	1170 mm
Diameter	132 mm
Diameter of loading plate	132 - 300 mm
Weight of falling mass	4 - 10 kg
Falling height	800 mm
Dynamic load	23 kN
Surface pressure	990 - 1500 kPa
Operating voltage	27 v
Deflection range	0 - 10 mm
Length of loading impulse	10 - 30 ms

Figur 31. Loadman, teknisk specifikation. (Bennet, 1994, s. 2)

Den här apparaten har testats i flera olika länder och har visat bra resultat. Den går att jämföra med *Tung fallvikt* med avseende på noggrannhet. Enda nackdelen är att mätningsdjupet är från 200 till 500 mm.

Användning av *Loadman* beskrivs i metodbeskrivning PANK-9001. Bärigheten reds ut genom att man räknar ut E-modul enligt angiven formel. Packningsgrad kan redas ut genom förhållanden mellan  $E_{max}$  och  $E_1$ . Där  $E_{max}$  är högsta uträknade E-värde vid provpunkten, medan  $E_1$  är första uträknade E värde vid samma punkt. Slutliga resultat bör kunna jämföras med förhållanden mellan  $E_{v_2}$  och  $E_{v_1}$  vid statisk plattbelastning.



Figur 32. Loadman. (AI-engineering, 22.04.2014)



Figur 33. Användning på skogsvägar. (Metla, 22.04.2014)

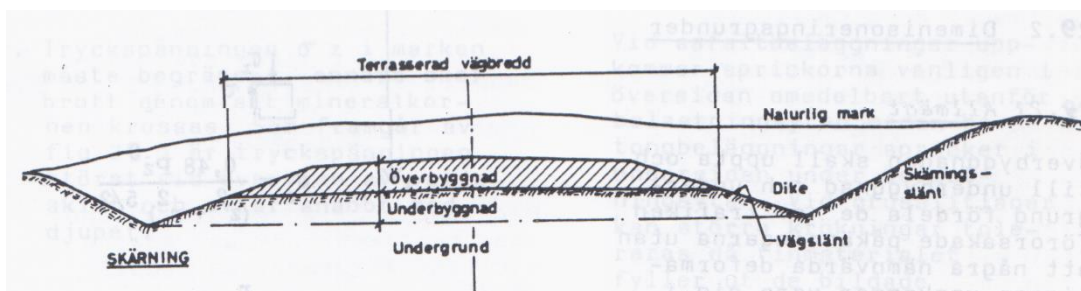
## 5 DIMENSIONERING

### 5.1 Bärighet

#### 5.1.1 Allmänt

En väg utformas teknisk så att en så långt som möjligt optimal avvägning mellan investerings-, underhållskostnader erhålls. (Väg och vattenbyggnader, 1985). Samma gäller för enskilda vägar i vindkraftsområden. Man behöver sådana vägar som skall uppfylla tekniska krav även under perioder med mycket livlig trafik. Mest trafik kommer det att vara under vägarnas och vindmöllornas byggnadsskede. Senare blir belastningen mindre, eftersom vägarna då används främst bara för underhållstrafik.

En väggropp kan indelas som på följande bild i undergrund, underbyggnad och överbyggnad.



Figur 34. Skärning av en väggropp. (Gabrielsson, Wåhlin & Kristiansson. 1988. s.183)

Ytan mellan överbyggnad och underbyggnad kallas för terrassyta. I vägarna på Storbötet kommer det inte att finnas någon underbyggnad, därmed kommer terrassytan att placeras ovanpå undergrunden.

Underbyggnaden kan ha funktion som fördelande, dränerande och isolerande lager. Väggropp med underbyggnad används i allmänhet vid vägbyggnad i tätorter samt vid byggande av riks och regionala vägar. Sådana vägar kommer att användas och belastas i många år framåt. I Storbötet är det frågan om enskilda vägar, därför kommer väggkonstruktionen att formos enligt tabell 11.

Tabell 11. Vägkroppens lager

Överbyggnad	slitlager bärlager
Undergrund	sandmorän

En väg dimensioneras så att den högsta tillåtna lasten inte medför att någon deformation uppstår. Syftet med vägens kropp är att överföra laster till vägens underbyggnad. Bärigheten och stabiliteten påverkas i första hand av materialets kornstorlek, kornfördelning, vattenhalt och komprimering. (Gabrielsson med andra, 1988)

Genom tiderna har det utvecklats olika metoder för dimensionering av vägkonstruktioner. Vissa är mer eller mindre analytiska medan andra är empiriska. Empiriska metoder grundar sig mest på erfarenhet. Analytiska metoder däremot grundar sig på statiska, geometriska och fysiska antagande. Det finns olika tabeller över materialens bärighets förmåga och E-moduler.

### 5.1.2 Nya vägar

Nya vägar kommer att dimensioneras med hjälp av tabeller. Där finns grafer som visar bärigheten i förhållande till tjockleken på lagret med fyllnadsmaterial. Målet är att uppnå en bärighet på 180 MN/m<sup>2</sup>. Enligt kornfördelningsproven kunde man konstatera att det är sandmorän som dominerar på Storbötesområdet. Vidare väljer man en undergrundsbärighet på 35 MN/m<sup>2</sup> ur tabellen 18110:T1 i InfraRYL 2010 boken.

Tabell 12. Jordarternas bärförmåga.

**18000**  
**18110.3**

**Taulukko 18110:T1. Alusrakenteen kantavuusluokitus katurakenteissa.**

Maalaji	Tarkennus	Lyhennys	Luokka
Kallio	kallio louhe <sup>1)</sup> murske <sup>1)</sup>	Ka Lo M	A
Kivet <sup>1)</sup>		Ki	A
Sora		Sr	B
Soramoreeni	routimaton routiva <sup>2)</sup>	rton SrMr SrMr	C E (F) <sup>4)</sup>
Hiekka	routimaton karkea routimaton keskikarkea routimaton hieno routiva keskikarkea routiva hieno	rton kaHk rton keHk rton hHk keHk hHk	C D D (E) <sup>4)</sup> E E (F) <sup>4)</sup>
Hiekkamoreeni	routimaton routiva <sup>2)</sup>	rton HkMr HkMr	D (E) <sup>4)</sup> E (F) <sup>4)</sup>
Siltti Silttimoreeni		Si SiMr	F (G <sup>4)</sup> , E <sup>5)</sup>
Savi	kuivakuori (h ≥ 1m) sitkeä (Su ≥ 25 kN/m <sup>2</sup> ) <sup>3)</sup> pehmeä (Su < 25 kN/m <sup>2</sup> ) <sup>3)</sup>	kuivak. Sa Sa Sa	E F (E) <sup>5)</sup> G
Lieju Turve		Lj Tv	G
Kantavuus	A = 300 MN/m <sup>2</sup> B = 200 MN/m <sup>2</sup> (150...280) C = 100 MN/m <sup>2</sup> (70...150) D = 50 MN/m <sup>2</sup> (35...70) E = 20 MN/m <sup>2</sup> (15...35) F = 10 MN/m <sup>2</sup> (5...15) G = 5 MN/m <sup>2</sup>		

Alusrakenteen kantavuus arvioidaan normaalisti pohjamaan maalajin perusteella. Jos pengertäytteen paksuus on vähintään 1 m, käytetään pengertäytteen kantavuusluokkaa. Jos pengertäytteen paksuus on alle 1 m, alusrakenteen kantavuus voidaan laskea, kun E-moduuliksi valitaan pengertäytteen kantavuusluokkaa vastaava kantavuus. Myös muut alusrakenteen pinnassa olevat varsinaista pohjamaata paremmin kantavat maakerrokset rinnastetaan tässä suhteessa pengertäyteeseen.

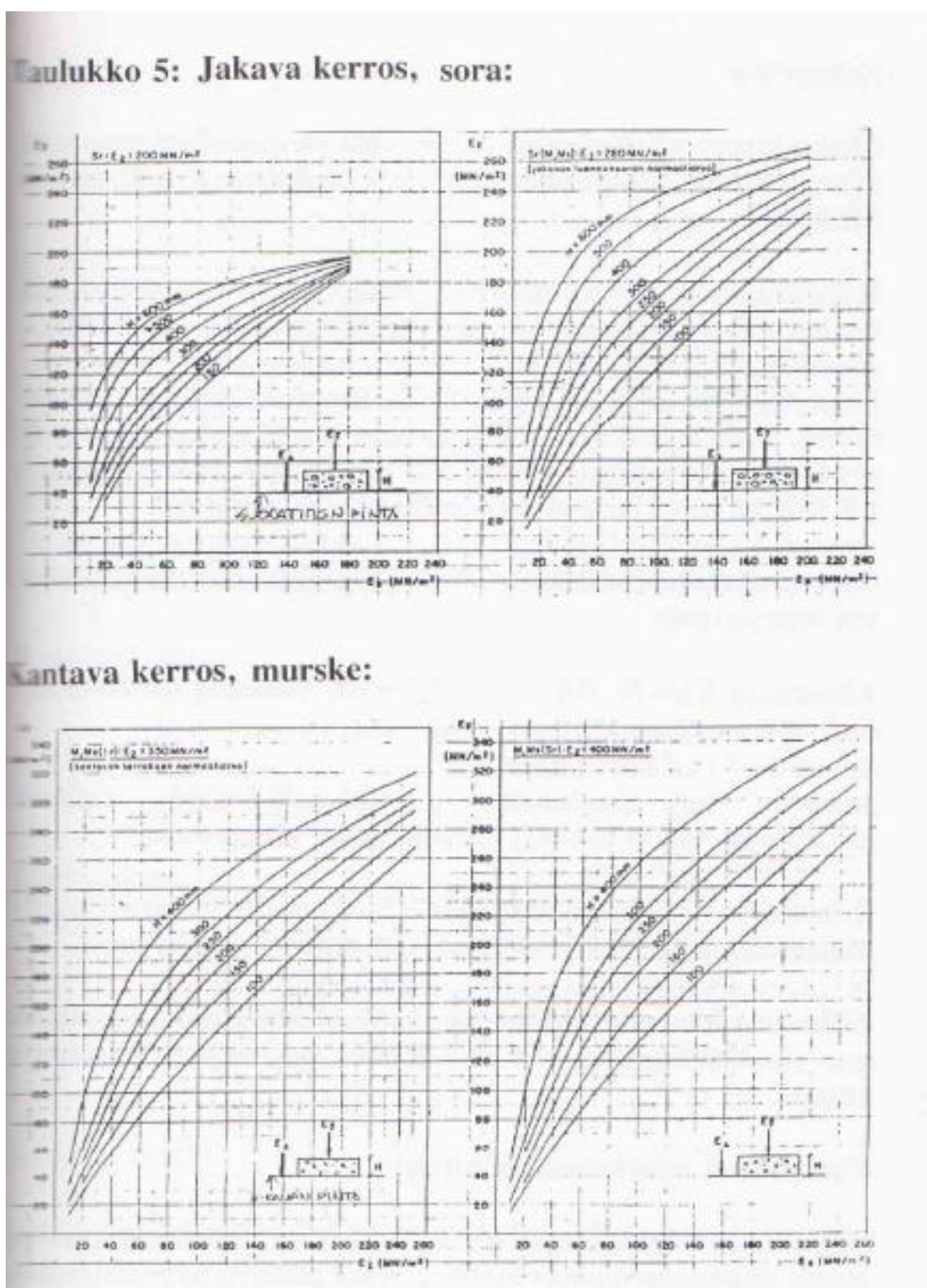
Huomautukset

- 1) Routiva murske, routivaa maata sisältävä louhe ja kivet rinnastetaan vastaavaan routivaan maalajiin.
- 2) Kantavuudeksi voidaan valita 35 MN/m<sup>2</sup>, jos kyseessä on kuiva penger tai jos hienoainespitoisuus on enintään 20 % ja paikka ei ole märkä, ks. huomautus 4.
- 3) Siipikairauksella todettu suljettu leikkauslujuus.
- 4) Suluissa olevaa kantavuusluokkaa käytetään, kun maa-aines on märkää lopullisessa alusrakenteessa eli pohjaveden etäisyys alusrakenteen pinnasta on alle 1 m tai paikkaan kerääntyy pintavesiä.
- 5) Penkereessä kuivana.

Sedan väljer man en lämplig tjocklek på överbyggnaden för att nå en bärlighet på 180 MN/m<sup>2</sup>. I detta fall valdes 400 mm plus 200 mm bergkross ur nedanstående tabell. Den slutliga bärligheten blev lite under 200 MN/m<sup>2</sup>.



Tabell 13. Bärskikt och fördelande skikt.



Enligt InfrRYL 2010 kompletteras vägkroppen med en geotextilmatta av N3-kvalitet mellan underbyggnaden och bärskiktet.

Vägens bärighet är beroende av packningsgraden och krossmaterialets fuktkvot. Fuktkvoten kan tas reda på med ett proctorprov medan packningen bestäms, till exempel, enligt Tabellen i InfrRYL 2010.

Tabell 14. Förslag för antal vältningar

**Taulukko 18110:T3.** Tiivistuskoneiden ohjeellinen jyräyskertamäärä eri kerrospaksuuksilla maa-aineksen ollessa lähellä optiivisesipitoisuutta.

Jyräytyyppi	Paino, t	Ylityskertojen ohjearvo															
		Suodatin-/eristyskerros		Jakava kerros / välikerros		Kantava kerros		Tien tai kadun alusrakenne H <sup>1)</sup> ≤ 30			Tien tai kadun alusrakenne H <sup>1)</sup> > 30			Louhe		Radan pengertäyttö	
Kerrospaksuus enintään, m		0,25	0,5	0,25	0,4	0,2	0,3	0,25	0,5	0,8	0,25	0,5	0,8	0,8	1,0	0,4	0,8
Täryjyrät <sup>2)</sup>																	
– vedettävät	> 5	4	7	5	8	5	9	3	6	11	3	7	13	6 <sup>12)</sup>	7 <sup>12)</sup>	5	5 <sup>12)</sup>
– 2 täryvalssia	> 5	3	4	3	5	3	6	2	4	8	2	4	8	–	–	–	–
– 1 täryvalssi	> 5	4	7	5	8	6	9	3	6	11	3	6	11	5 <sup>13)</sup>	7 <sup>13)</sup>	5	5 <sup>13)</sup>
Kumipyöräjyrät <sup>3)</sup>	< 20 <sup>4)</sup>	6	–	8	–	10	–	6	–	–	6	–	–	–	–	–	–
	> 20 <sup>5)</sup>	4	8	6	12	8	12	4	8	14	3	6	11	–	–	10	–
Staattiset valssiyrät <sup>6)</sup>	> 10	–	–	–	–	10	–	7	–	–	7	–	–	–	–	–	–
Pyöräkuormaimet <sup>7)</sup>	> 40	–	–	–	–	–	–	4	8	14	3	7	13	–	–	–	–
Puskutraktorit <sup>8)</sup>	> 10	–	–	–	–	–	–	4	–	–	6	–	–	–	–	–	–
Sorkkajyrät <sup>9)</sup>	7...10	–	–	–	–	–	–	–	–	–	10)	10)	–	–	–	–	–
Tärylevyt <sup>11)</sup>	> 0,05	6	–	7	–	6	–	5	–	–	6	–	–	–	–	–	–
	> 0,1	5	–	6	–	6	–	4	–	–	5	–	–	–	–	–	–
	> 0,2	4	–	5	–	5	–	3	–	–	4	–	–	–	–	–	–
	> 0,4	3	–	4	–	4	–	3	–	–	3	–	–	–	–	–	–

1) H = hienoainespitoisuus (0,063 mm:n seulan läpäisy-%).

2) Eivät sovellu runsaasti koheesioainesta sisältävien maalajien tiivistämiseen. Amplitudi aluksi noin 1,5 mm ja viimeiset ylityskerrat < 1 mm, penkereen ja suodattimen jyräysnopeus 1...3 km/h, jakavan ja kantavan 3...6 km/h. Viivakuorma > 1,5 t/m.

3) Eivät sovellu runsaasti koheesioainesta sisältävien maalajien tiivistämiseen, rengaspaine soraisilla maalajeilla 500 kPa ja hiekkaisilla maalajeilla 300 kPa, jyräysnopeus yli 5 km/h.

4) Pyöräpaino > 2 t.

5) Pyöräpaino > 3 t.

6) Eivät sovellu märkien silttien maalajien tiivistämiseen. Viivakuorma > 5 t/m.

7) Eivät sovellu märkien silttien maalajien tiivistämiseen.

8) Soveltuvat ohuiden kerrosten ja märkien silttien tiivistämiseen.

9) Soveltuvat silttien ja savien tiivistämiseen.

10) Urakoitsijan on esitettävä käyttämänsä sorkkajyrän tekniset tiedot (myös sorkan pituus, sorkan pään pinta-ala) ja työntekijöille annettavat jyräysohjeet.

11) Käytetään yleensä ahtaiden alueiden ja kaivantojen täytössä kitkamaalajien tiivistämiseen. Teho riittää yleensä vain ohuen kerroksen (100...250 mm) tiivistämiseen. Parempaan tiivistystehoon päästään tärylevyillä, joiden pohja on muotoiltu siten, että alkutiivistyksen jälkeen levy tiivistää pienemmällä pinta-alalla ja siten suuremmalla pintapaineella.

12) Paino vähintään 8 t.

13) Paino vähintään 13 t.

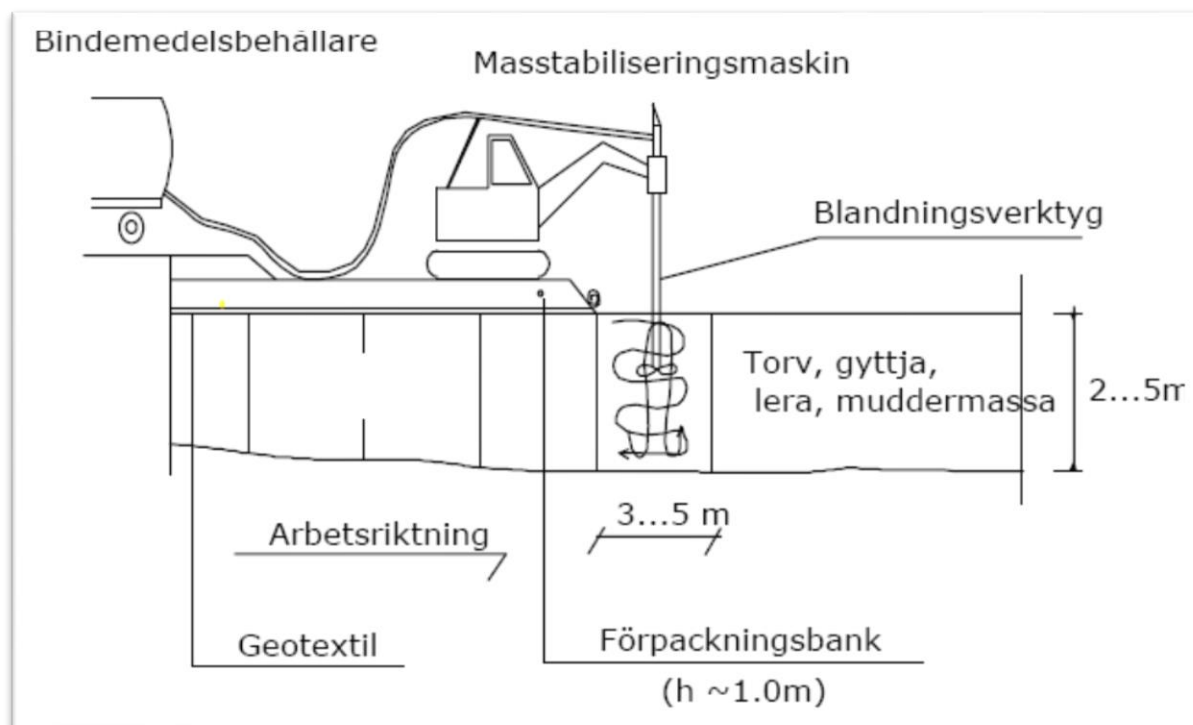
Det finns några torvområden på Storbötet. De finns ställvis både längs de nya vägarna och de befintliga som skall breddas. Största torvmängderna finns längs förbindelseväg B-C. Stickprov visade att torvskiktet varierar mellan 1800 och 2400 mm på en c. 200 meter lång sträcka. Torvskiktet når maximal tjocklek på mitten av sträckan.

Det finns två förslag till åtgärder för den här delen av den blivande vägen. Förslagen är massautbyte och massastabilisering. Massautbyte betyder att man gräver bort torven och fyller med friktionsjord. Alternativet för grävning är enbart fyllning. Då kör man kross

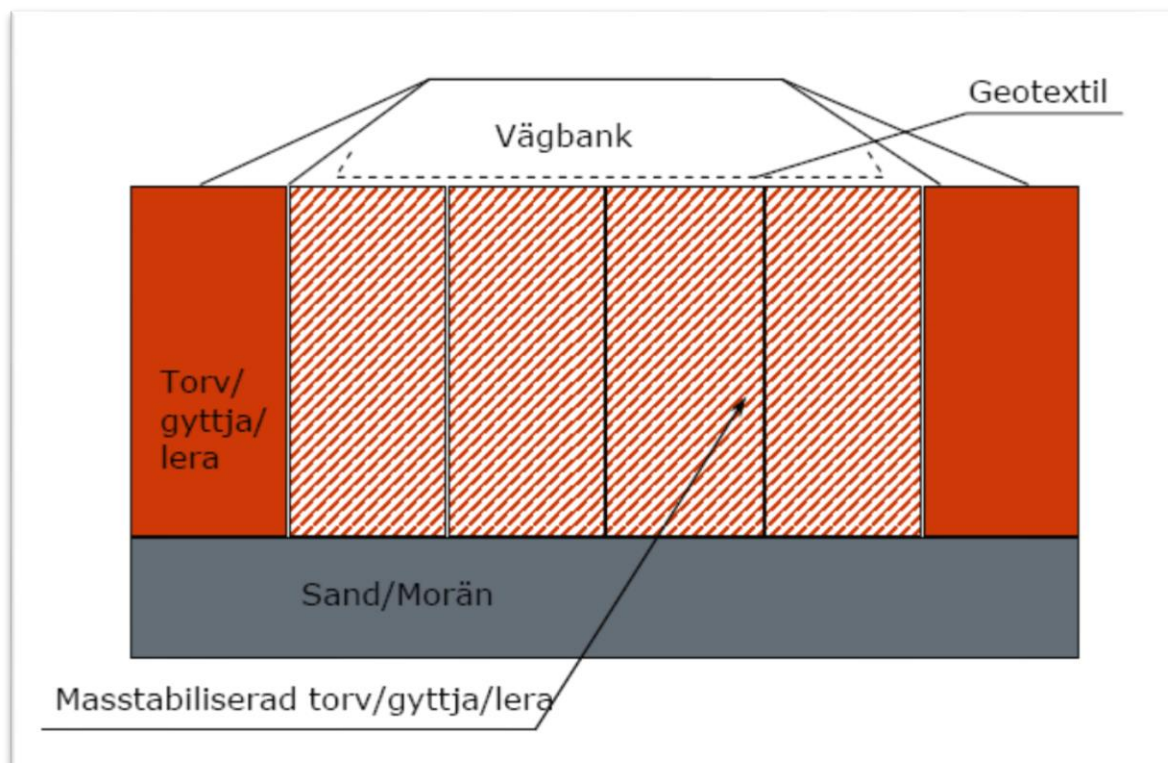


ovanpå och bara vältar. Fyllning är ett alternativ som används mest för kohesionsjordarter, såsom lera och silt.

Andra förslaget är massstabilisering. Det sker genom att man tillsätter olika bindemedel i, som i det här fallet, torven och vispar. Efter stabilisering blir torven en undergrund med bra bärighet. Sedan är det möjligt att bygga vägens överbyggnad. Metoden är dyr och brukar användas för skikt som är tjockare än två meter.



Figur 35. Torvstabilisering (Leppänen, Ramboll Finland Oy)

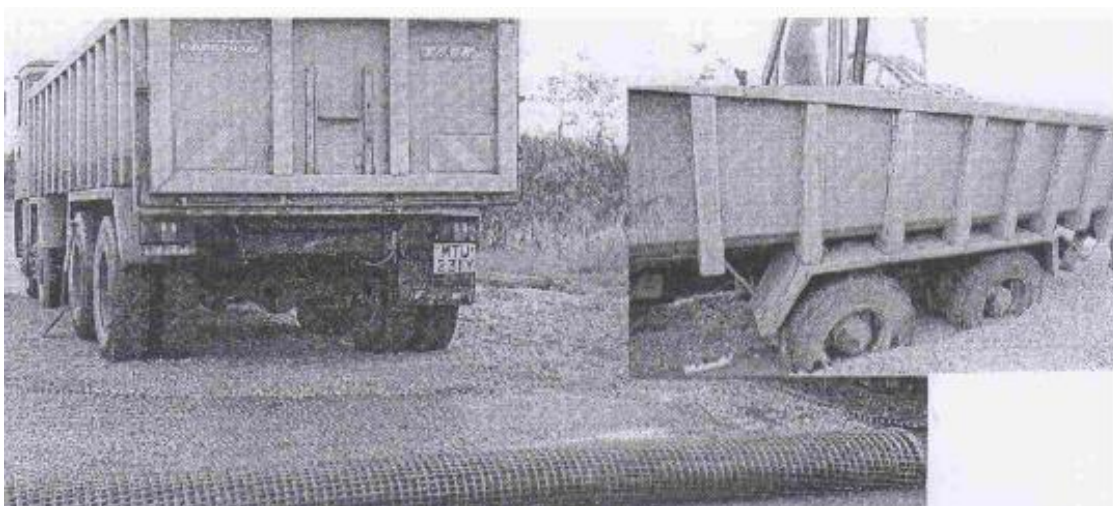


Figur 36. Sektion av masstabiliserad undergrund. (Leppänen, Ramboll Finland Oy)

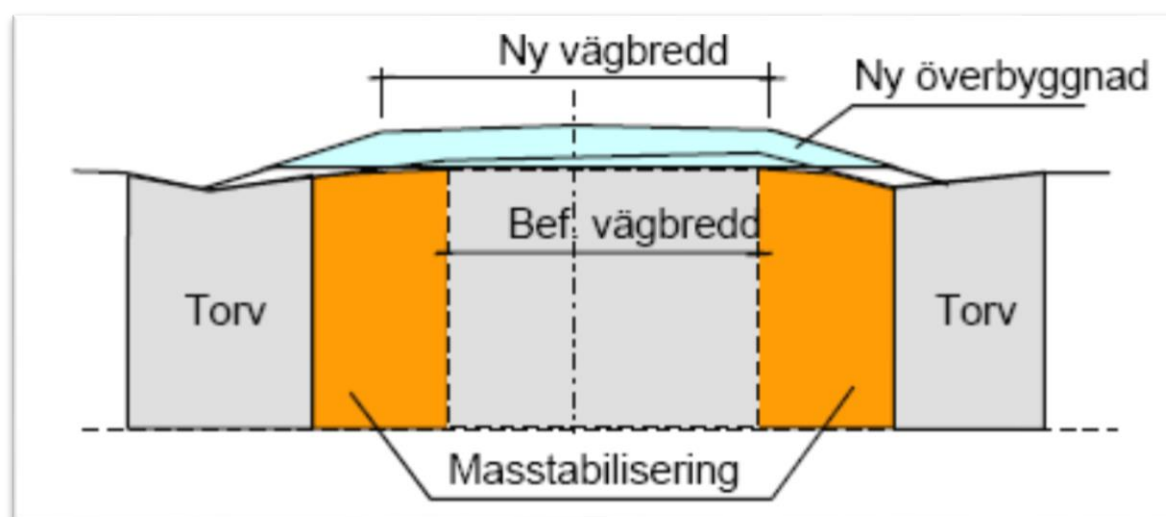
### 5.1.3 Befintliga vägar

Befintliga vägar kan dimensioneras på samma sätt som nya vägar. De här vägarna har redan en viss bärighet men den måste utredas ytterligare. Lämpliga prov för det är tung fallvikt, plattbelastning och loadman. Inget av dessa prov har hittills gjorts på Storbötet, därför är det orimligt att ge något förslag till rätt dimensionering.

Leverantörernas broschyrer rekommenderar utbyte av vägens övre lager och en eventuell grundförstärkning. Hur som helst är körbanorna på de befintliga vägarna för smala och måste breddas. En möjlighet är att man tar bort ett skikt med gammalt fyllnadsmaterial, placerar det bredvid vägen och vibrerar. Då får man en bredare terrassyta på vilken man placerar geotextil eller geogrid och kompletterar med ett skikt bergkross. Ett geonät är tillverkat i plast eller metall. Det binder ihop materialen och avsevärt förbättrar ytskiktets bärighet.



Figur 37. Jämförelse av bärighet med och utan geonät. (Jääskeläinen, 2010, s.162)



Figur 38. Masstabilisering på sidorna av en befintlig väg. (Leppänen, Ramboll Finland Oy)

## 5.2 Horisontala kurvor

### 5.2.1 Allmänt

En väg är alltid en kombination av raka sträckor, vertikala och horisontala kurvor. Horisontala kurvor leder en väg i planfältet åt vänster eller höger. De här kurvorna måste dimensioneras, precis som alla andra tekniska delar av vägen. På en vanlig väg dimensioneras kurvorna enligt hastighet, fri sikt, stoppsikt osv. För att uppfylla alla dessa krav brukar man utforma dem genom en kombination av flera cirkelbågar eller en cirkelbåge med klotoider som övergångskurvor. Ytterst sällan är en kurva dimensionerad bara som en cirkelbåge.

### 5.2.2 Dimensionering

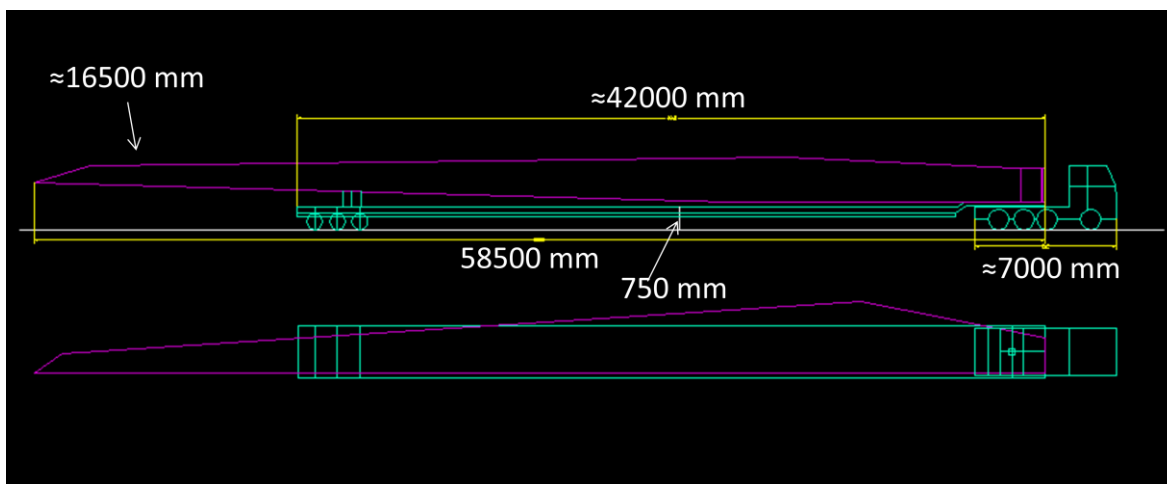
Vägar i en vindkraftspark dimensioneras inte enligt ovan nämnda krav. Dessa vägar är inte avsedda för fortkörning. Det viktigaste är att en kurva har lämplig svängningsradie för långa fordon och att den har ett hinderfritt område på in- och utsidan av vägen (se figur 41, s.40). Kurvornas dimension är beroende av de längsta delarna av ett vindkraftverk och det är vingbladen. Ett blad för en 3 MW vindturbin kan ha en längd på upp till 60 meter. Ett P3000-ens vingblad är 58,5 m långt.

Ett hinderfritt område på insidan av en kurva behövs på grund av trailerns längd. Mitten av trailern hamnar utanför vägen, medan bakhjulen och själva dragbilen befinner sig på körbanan. Därför är det viktigt att det inte finns något träd eller stora stenar på den sidan av vägen. Dessutom behövs det på andra sidan av vägen ett hinderfritt område på grund av vingbladet. Vingbladet kan sticka ut upp till 18 meter. Det orsakar en svepning av bladet utanför vägen på motsatta sidan till svängningsriktningen.

Den här problematiken kommenterade Kjell Måtts som är Area Manager vid transportföretag Havator Oy. Som en erfaren planerare av specialtransport, sa han att svepnings ytan är oerhört viktig. Enligt honom går det att svänga i ganska trånga korsningar och kurvor genom fram och tillbaka körning. Men, om man inte har tillräckligt med svepnings yta då blir det stop. Han påpekade också att det inte är lätt att knyta ihop teori och praktik då det gäller specialtransport. Det är bra att det finns ritningar och planering, men det skulle också vara bra att samarbeta med transportfirmor under byggnation av vägar. (Personlig kommunikation med Kjell Måtts, 27.01.2014)

Vidare kan man dela upp horisontal dimensionering av kurvor i två typer: vanliga kurvor och korsningar. Det vill säga att en 90° kurva på en väg inte kan beräknas och breddas som en 90° vägkorsning. En vägkorsning måste breddas på ett annat sätt för att ekipagen skall kunna svänga.

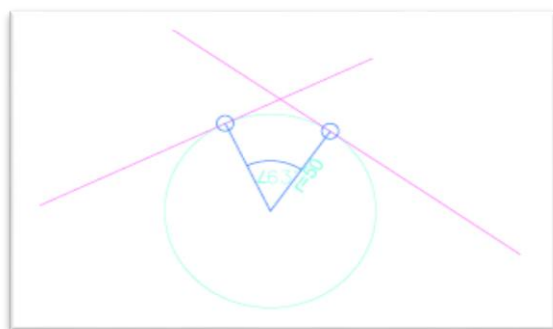
I följande figur ser man den lastbil som användes som hjälpmedel vid dimensionering i AutoCAD-ritprogram.



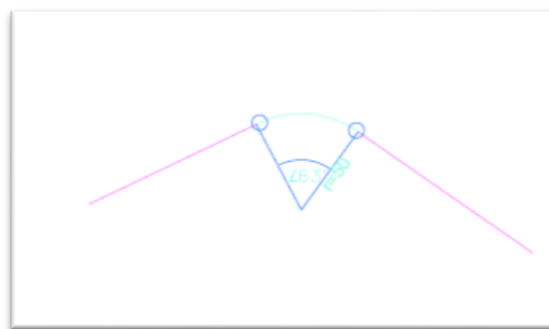
Figur 39. Dimensioner på ekipaget lastat med vingblad i AutoCAD.

Vägen dimensionerades enligt den här mallen och tabeller. Tabellerna är uppgjorda för en fem meters körbana med olika cirkelradier och svängningsvinklar. Tabellerna kommer inte att visas i detta arbete på grund av upphovsrätter.

Vid dimensionering av en väg går man ut från en mittlinje, som först planerats. I en kurva anpassar man en cirkelbåge med två linjer som tangerar cirkeln i bågens ändpunkter. Cirkel skall ha en känd radie. Ju större radie man har desto ”mjukare” kurva får man och därför blir det lättare för ett ekipage att köra igenom. En kurvas svängningsvinkel är vinkeln mellan två linjer som går genom cirkelns medelpunkt och ändpunkterna på den cirkelbåge som används som kurva. Allt detta blev gjort i AutoCAD.



Figur 40. Cirkel med två tangerande linjer.



Figur 41. Färdig vägsträckning med en cirkelbåge.

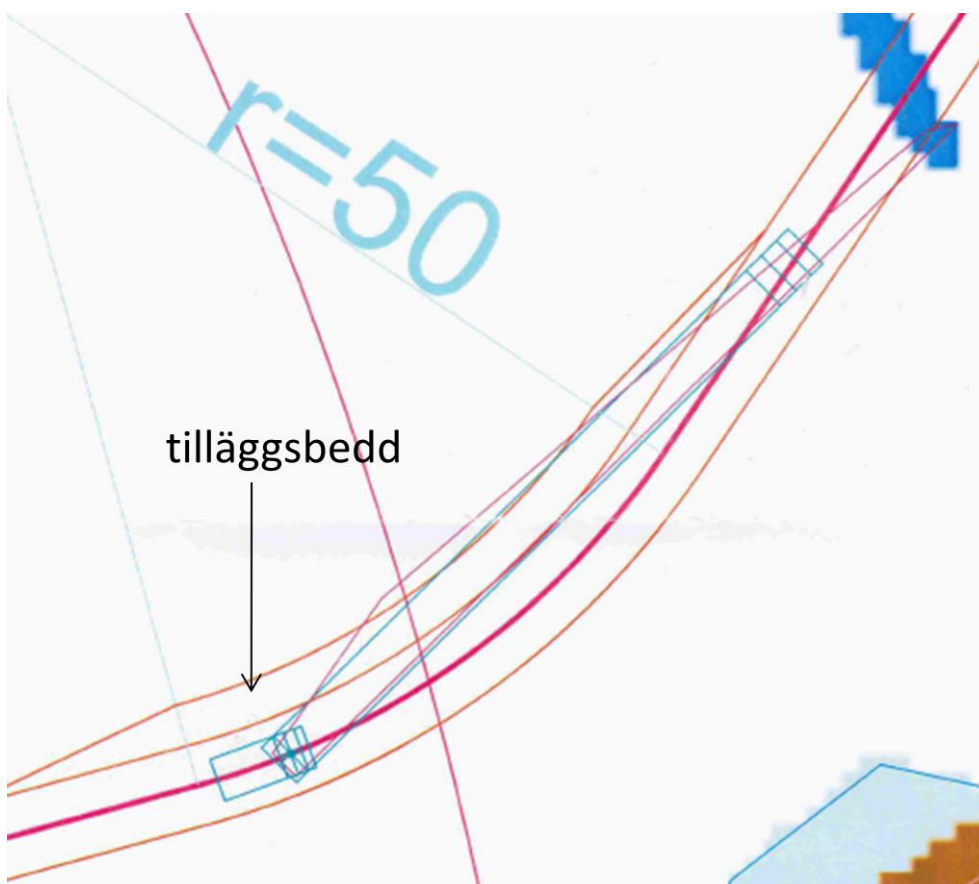
Sedan kontrollerar man i tabellerna. Till exempel:

Cirkelbågens radie => 50 m

Svängningsvinkeln => 60°

och så får man 3,7 m tilläggsbredd på insidan av kurvan. Interpolering kan användas till exempel vid en svängningsvinkel mellan  $60^\circ$  och  $50^\circ$ , samma gäller för radie.

Beräknade kurvan kan ses på följande figur:



Figur 42. Dimensionerad kurva med inritad tilläggsbredd och en kontroll med lastbilsmallen.

Ekipagemallen är ritad som ett block i AutoCAD och man måste provköra den i kurvan genom rotation för att kunna granska kurvan. Här kan man se att ingen breddning behövs för att lastbilen skall kunna svänga i den här kurvan. Trailerns hjul är nämligen svängbara upp till  $60^\circ$ . Axlarna kan styras från hytten men är också fjärrstyrda. Allt tyder på att tabellerna dimensionerades för en trailer utan styrbara axlar. Samma åsikt hade Jonas Ahola VD på AT Special Transport från Karleby. Han påstår att trailerns hjul är svängbara och att däcken följer vägens kant. (Personlig kommunikation med Jonas Ahola, 14.02.2014)

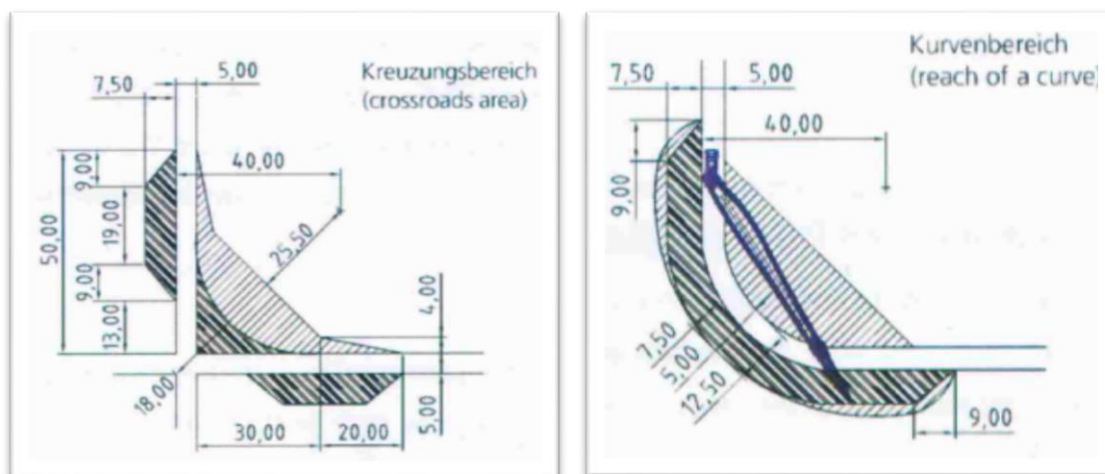


Det betyder att man skulle kunna ha normal bredd på vägen genom den aktuella kurvan, det vill säga 5 m eller något bredare. Men ett hinderfritt område, som figuren visar, måste ändå finnas. Det kan konstateras genom att köra med lastbilsmallen på den planerade vägen i AutoCAD-programmet. På följande bild ser man tydligt att trailern kan svänga i kurvor med ganska stor svängningsvinkel utan någon extra breddning av vägen. I figuren är det fråga om en vägkorsning.



Figur 43. Transport av en torndel, svepning samt svängbara axlar. (BDX)

På följande bilder presenteras breddning i korsningar och 90° kurvor enligt Prokons broschyr. Med hjälp av AutoCAD och lastbilsmallen kan man bedöma om kurvorna är överdimensionerade. I verkligheten klarar sig ett ekipage i en smalare kurva än vad broschyrerna rekommenderar. Oftast vill transportfirman utföra en så kallad kallkörning det vill säga provköra utan last före den egentliga transporten. På Storbötet är det inte problem att bredda korsningarna därför att det är frågan om enskilda vägar. Däremot kan det vara problem om man fyller ut på sidan av vägen på en statlig väg. NTM-centralen kräver tillstånd och bortkörning av massorna inom en viss tid. Det orsakar extra kostnader.



Figur 44. Korsning med lämplig bredd. (Prokons broschyr)      Figur45. 90° kurva. (Prokons broschyr)

Under ett möte med Jonas Ahola kom det fram problem förorsakade av infrastrukturen i korsningar på statliga vägar. En sväng försvåras av stolpar för vägbelysning och trafikljus samt trafikmärken och olika tavlor. Trafikmärkena är ofta lagade så att det går att skruva loss, men med stolparna är det komplicerat och dyrt med ner- och uppmontering och ibland måste tillfälliga stolpar resas. (Personlik kommunikation med Jonas Ahola, 14.02.2014 )

Vad allt som måste åtgärdas ser man när man ritat in korsningen i ett ritprogram och provkör med lastbilsmodellen. Ännu bättre är det om man har tillgång till ett simulerings- eller visualiseringsprogram. Korsningen som jag tänker använda som exempel finns i Gamla Vasa. Under arbete användes en GNSS-mottagare med en fältdator av typen TopconHiPer SR. Apparaten har en noggrannhet på 30–50 mm vertikalt och 10–30 mm horisontalt.



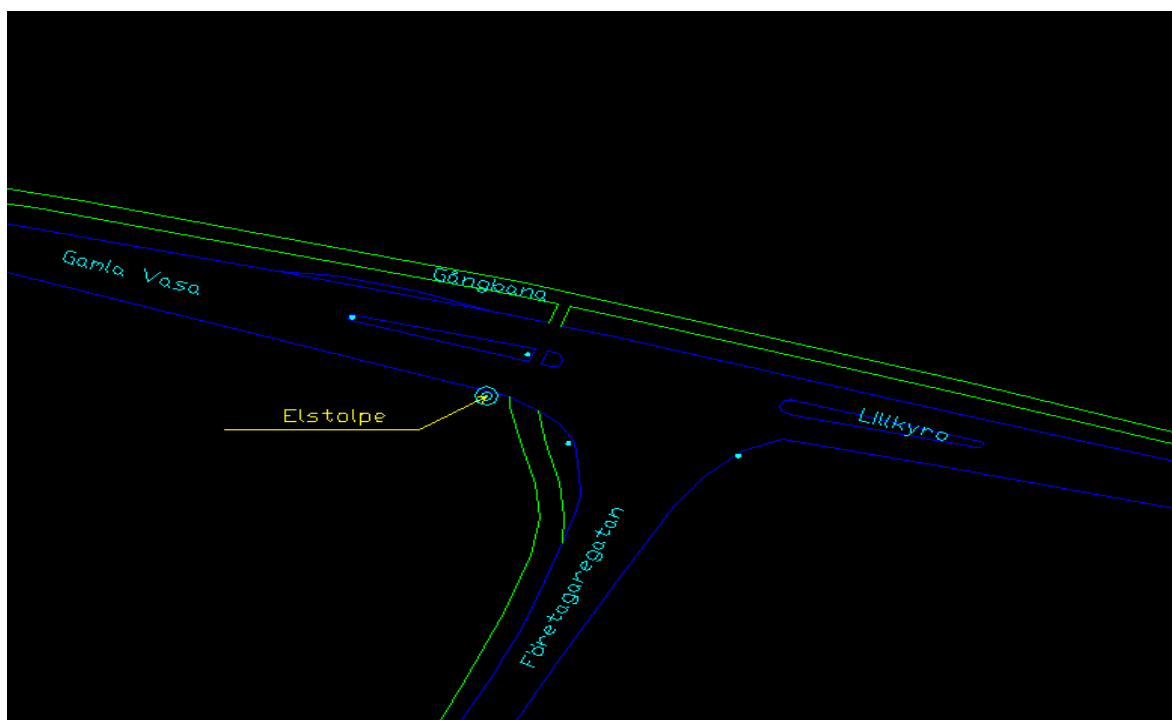
Figur 46. Topcon fältdator.



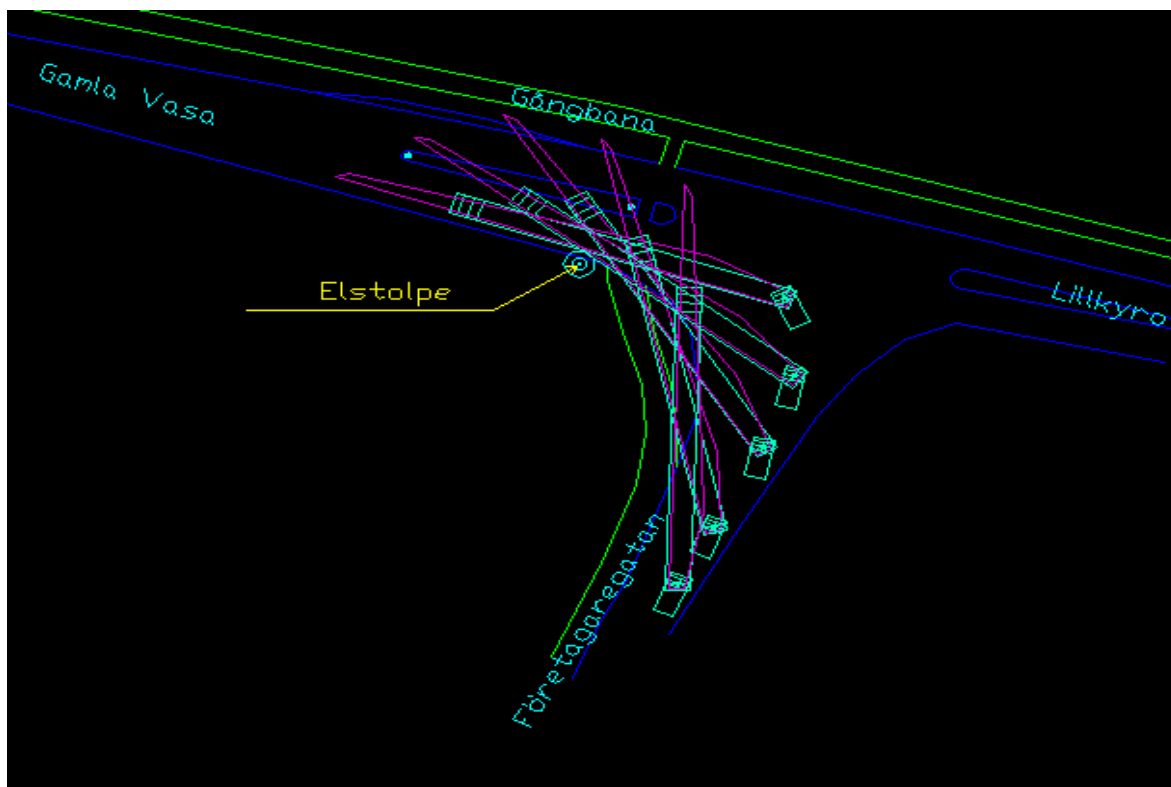
Figur 47. TopconHiPer SR mottagare.



Mätningen tog endast 15 minuter. Man flyttar sig och registrerar punkter vid väggkanten och vid möjliga hinder såsom belysningsstolpar, trafikmärken och träd. Sedan lagar man en AutoCAD- eller Excel-fil över de registrerade punkterna. Filen öppnas i ritprogrammet och kantlinjerna ritas in. Efter det får man använda lastbilsmallen eller något simuleringsprogram, 2D eller 3D.



Figur 48. Ritad korsning i Gamla Vasa.



Figur 49. Samma korsning med lastbilsmodell.

Korsningen i det här exemplet är ganska stor. I figur 49. kan man se att lastbilen kan svänga fritt i korsningen.



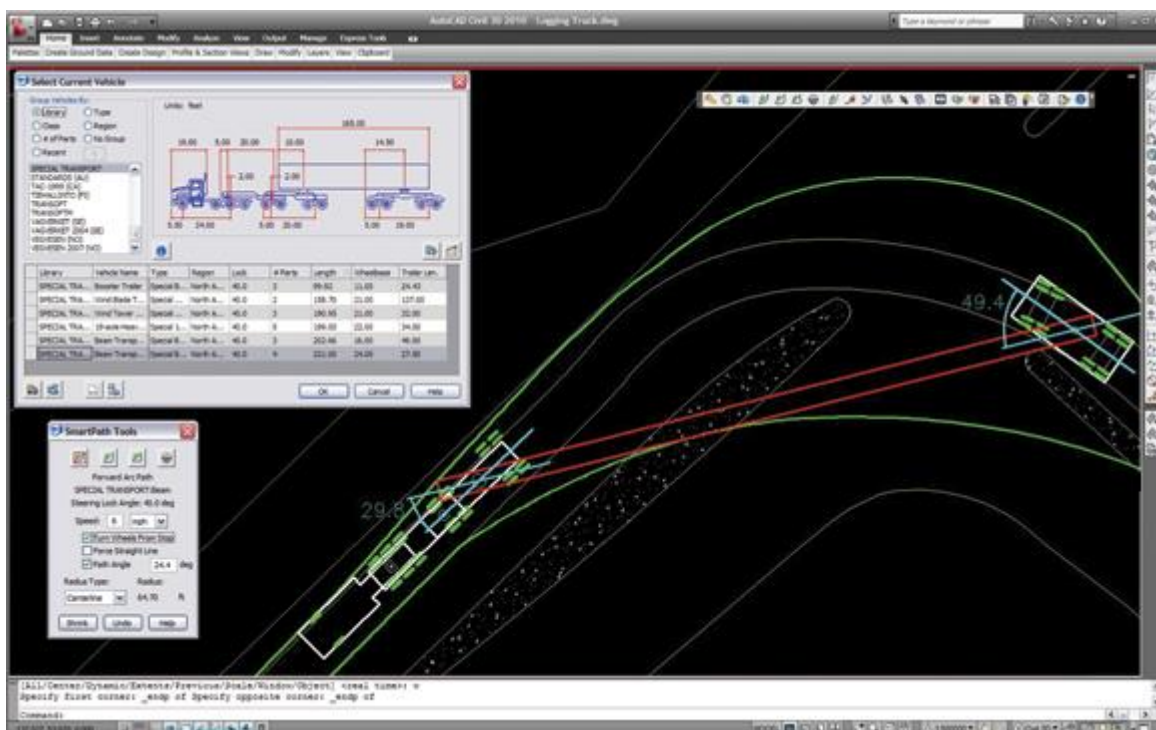
Figur 50. Samma korsning 31.03.2014



Figur 51. Flygbild (Google Maps)

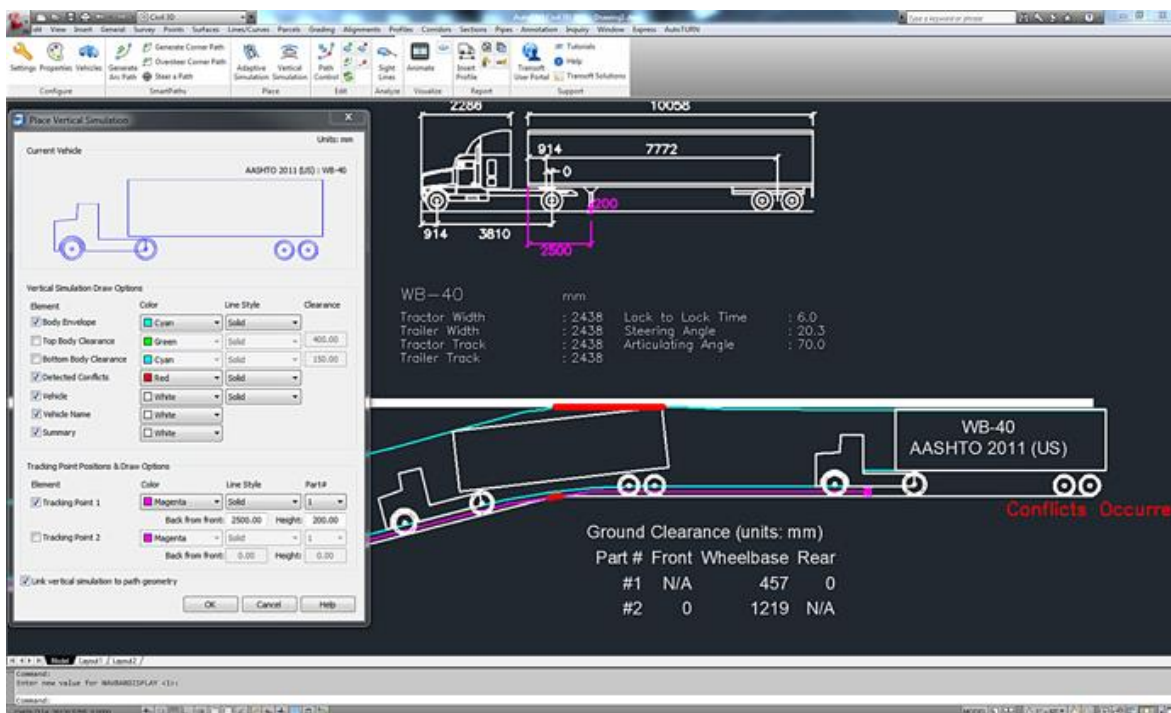
### 5.2.3 AutoTURN-programmet

AutoTURN-programmet är ett utmärkt verktyg för horisontal och vertikal vägdimensionering. Programmet kan användas att simulera och visualisera alla typer av fordon inkluderande specialfordon lastade med vingblad. Man har möjlighet att simulera i 2D och 3D. Fordonet rör sig längs en av användaren intryckta sträckan. Självt har jag provat en demoversion av programmet och det är i mitt tycke bra.



Figur 52. Simulering av specialtransport. (Transsoft solution.)

Efter installation syns AutoTURN direkt i AutoCADs verktygsfält. Det är också möjligt att ladda ner flygbilder med rätt skala och ett koordinatsystem. Då kan man placera lastbilen direkt på bildbotten.



Figur 53. Lastbilssimulering för vertikala kurvor. (Transsoft solution.)

## 5.3 Vertikala kurvor

### 5.3.1 Allmänt

Vertikala kurvor används som övergång mellan två horisontala sträckor. På en vanlig väg dimensioneras en vertikal kurva enligt vissa bestämda tekniska krav, såsom hastighet, stopsträcka och så vidare. En vertikal kurva kan vara konkav eller konvex. En konkav kurva är en cirkelbåge som är svängd neråt. Sådana kurvor behövs över svackor i terrängen och mellan två bakar. Konvexa kurvor är delar av cirkelbåge som svänger uppåt såsom över ett backkrön.

Till stor utsträckning beräknas vertikala kurvor på samma sätt som horisontala. Man använder sig av cirklar och raka linjer vilka tangerar cirkeln. Enda skillnaden är att man får nu som resultat en längdprofil i vertikalplanet. Vid dimensionering av vanliga vägar ställs kravet på cirkelns minimiradie i proportion till körhastigheten på vägen. Det är opraktiskt att använda sådana krav vid planering av vägar i en vindkraftspark där kraven är totalt andra.

### 5.3.2 Dimensionering

För planering av vertikala kurvor finns inga tabeller som för horisontala kurvor. I vissa leverantörers broschyrer finns rekommenderat ett linjärt avstånd mellan första och sista punkten på cirkelbågen. Vid dimensionering skall man följa kraven enligt *tabell 5*. En väg beklädd med bergkross får inte ha en lutning i längdriktningen på mera än 9 % . Undantag är betong- eller asfaltbeklädda vägar. Där får man ha en lutning på 12 %.

Vid planering av vertikala kurvor är det de långa vingbladen som är mest avgörande. Det finns stor risk att bilen ”kör på grund” vid körningen genom konvexa kurvor, det vill säga över backar. Problem kan också förekomma vid körning genom konkava kurvor. Där finns det risk att vingbladen, som sticker ut 16 till 18 m, tar i vägen. Det här är ändå ganska osannolikt på grund av att bladet är böjt. Se figur 53.



Figur 54. Transport av ett 41 m långt vingblad

Vid dimensioneringen användes ritprogram och lastbilsmall. Jag ritade ut ländprofil och granskade kurvorna med mallen. Mallen har en höjd på 700 mm mitt under trailern. Där är det nämligen största risken att släpet tar i vägbanan. 700 mm togs som ett normalt värde, fastän Måtts sa att de har höjbara trailers upp till 1300 mm. (Personlig kommunikation med Kjell Måtts, 27.01.2014)

Ganska enkelt är det att rita ut och granska en ny väg, men däremot är befintliga vägar mera krävande. Här pratar vi om skogsvägar som kan vara mycket branta och byggda i kuperad terräng. Där är det många skarpa backar som måste schaktas ner och svackor som måste fyllas på. Avvägning av vägar är ett tidsödande jobb. Sedan för man rita en längdprofil och granska körbarheten med mallen. Mera om längdprofiler under rubrik 6.2.

## 6 RITNINGAR

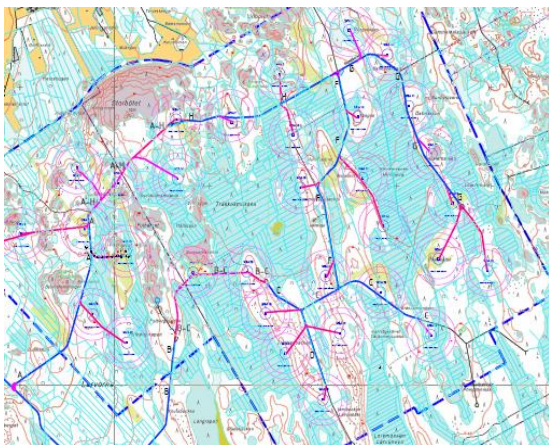
### 6.1 Situationsplan

I samband med vägplaneringen utarbetas en situationsplan som kan vara en del av generalplan. Syftet med en situationsplan är att uppvisa hur ett område kommer att se ut efter slutfört arbete. Situationsplan är en viktig del av dokumenten som behövs för ansökan om byggnadstillstånd och senare vid själva byggandet. Enligt Miljöministeriets broschyr *Planering av vindkraftsutbyggnad* skall alla befintliga och nya vägar tydlig utmärkas. Områdets gräns skall också inritas. En lämplig skala för ett vindkraftsområde är mellan 1:5000 och 1:1000.

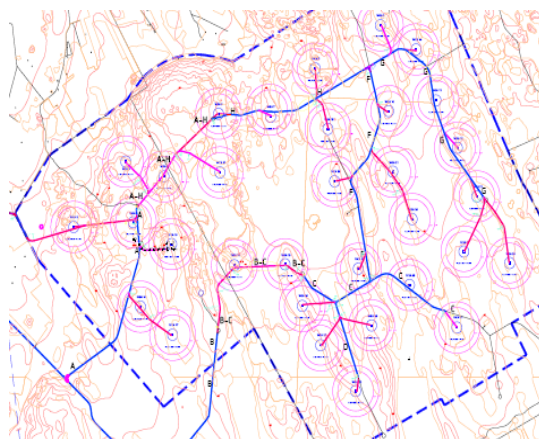
All dimensionering av horisontala kurvor på Storbötet utfördes i en DWG-fil som även användes för utskrift av situationsplan. Nya vägar inritades enligt WEA positioner. Vid planeringen användes tidigare samlat material från området, såsom noteringar och bilder. Vissa vägar planerades om på grund av ändrade positioner för vindkraftsanläggningarna. NTM-centralen bad om förflyttning.

Filen innehåller en baskarta och en terrängkarta som blev nerladdade från Finlands Lantmäteriverk. Under arbetets lopp visade det sig att terrängkartan är mer pålitlig att använda för inritning av befintliga vägar. Befintliga vägar på baskartan var ritade med tjockare linje. Därigenom blev det svårt att bedöma körbanans mittlinje på kartan, vilket ledde till minskad noggrannhet i verkligheten.





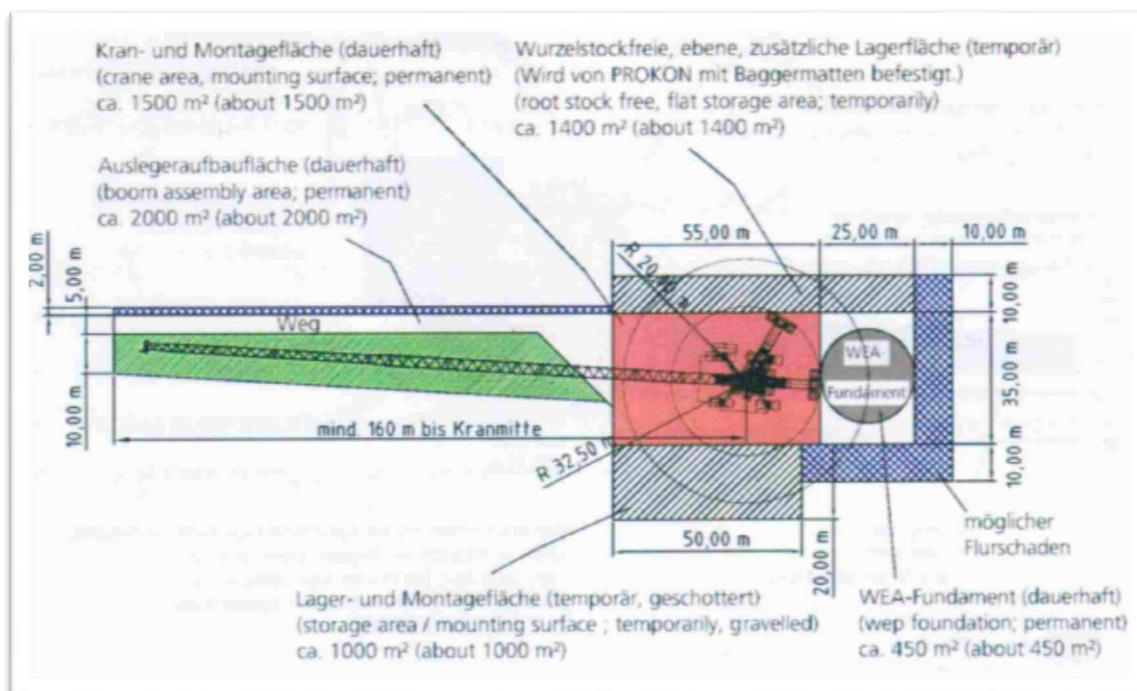
Figur 55. En baskarta med vägar.



Figur 56. En terrängkarta med vägar.

En terrängkarta har en bra noggrannhet och linjerna föreställer körbanans mitt. Koordinater tagna med en GNSS-apparat visade sig överensstämma med kartan. En baskarta kan användas vid annan planeringen därför att den ger en bättre översikt av området. Situationsplan över området finns som bilaga till detta arbete.

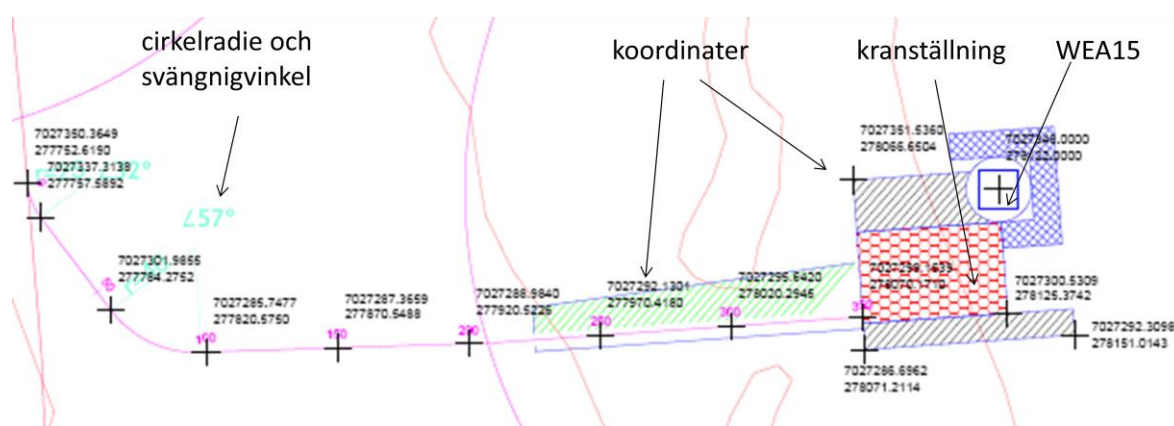
Ett vindkraftverk är byggt av stora och tunga delar. Därför behövs det en stor kran att lyfta alla delar och anordningar på plats. Kranen behöver en rymlig kranställning där det ryms själva kranen och tillhörande delar och utrustning till vindkraftverket.



Figur 57. Kranställning och logistik utrymme. (Prokons broschyr)

Kranens bom är ungefär 140 m lång och en hjälpkran behövs för att lyfta fram bomens delar vid motering av den. Därför behöver den sista biten av vägen vara en raksträcka på 140 m. Det måste beaktas vid vägplaneringen.

Ur samma DWG- fil går det att printa ut en situationsplan för varje väg. På en skild *layer* finns det koordinater och indelning av vägens längd längs mittlinjen. Samma koordinater kan lagras i en Excel-fil och användas ute på fältet vid utstakning av vägar. Koordinaterna finns för var femtionde meter längs vägen.



## 6.2 Längdprofil

En längdprofil visar, som själva namnet säger, hur en vägsträcka ser ut i profil. För Storbötet ritades två längdprofiler för en ny och för en befintlig väg. Vägarna som blev profilerade är WEA15 och väg C med korsning C-F. Registrering av koordinater och höjd gjordes med GNSS Topcon. Ett problem var att signalen var för svag på Storbötet, så apparaturen fungerade bara på en del av området.

Vid mätningen är det viktigt att man har egen teknik och ett markeringschema med markeringspray. Topcon registrerade x-, y- och z-koordinater, det vill säga längd, bredd och höjd. Sedan gick det att flytta koordinater till ritningsprogrammet som en ritning eller till en Excel-tabell. Jag använde ritformat. Till längdprofilen behövdes bara höjden och avståndet mellan punkterna. Sedan gick det att rita profilen och granska den med lastbilmallen.





Figur 59. Avstånd mellan mätpunkter.



Figur 60. F-C korsning, befintlig väg.

Ur ritningarna framgår: nuvarande terräng eller den befintliga vägens höjd, den nya vägens balanslinje, höjd, cirkelradie, längd lutning, en tabellöversikt av olika material och tjocklek samt ett tvärsnitt av vägen. Profilerna har en skala 1:100 för höjden och 1:1000 för längden. Längdprofiler finns som bilaga.

### 6.3 Skärningar

Skärningar eller sektioner är ett tvärsnitt av vägen som visar olika lager med kross i vägens kropp. Där framkommer: körbanans bredd, tvärfallslutningar, slänternas lutning och jordkonstruktionsdelar av vägen. Skärningarna gjordes i en skala på 1:50 och finns på längdprofilsritningarna.

### 6.4 Vägkort

Meningen med ett vägkort är att samla allt tekniskt material för en väg på ett och samma ställe. Där kan man se vad allt material som behövs för en viss väg på området. Ur det framgår också den totala längden samt raka sträckor och kurvor och deras längder. Två vägkort finns som bilaga till detta arbete.

## 7 ENTREPRENADPROGRAM

Ett entreprenadprogram är ett dokument som reglerar och fastställer villkoren samt rättigheterna och skyldigheterna mellan beställaren och entreprenören. Prokon hade inga egna dokumentmallar för det här dokumentet, så jag lagade ett eget förslag enligt RT-kort 16-10724. Dokumentet innehåller varken arbetsbeskrivning eller säkerhetsdokument. Entreprenadprogrammet finns som bilaga till detta arbete.

## 8 DISKUSSION

I det här arbetet presenteras vissa metoder för dimensionering av vägar på ett vindkraftsområde. Det betyder att det går att dimensionera och planera samma vägar på ett annat sätt eller enligt en annan metod. Jag hoppas verkligen att beställaren kommer att ha hjälp av det här arbetet i framtiden. För mig kändes det utmanande att utföra och vara en del av ett sådant projekt.

I arbetet kunde inte presenteras något bra förslag till dimensionering av befintliga vägar. Orsaken är att man inte hade utfört några bärighetsprov på dessa vägar. En lämplig bärighetsprovmetod skulle vara statisk plattbelastning. Med den metoden får man fram förhållandet mellan  $E_{v_2}$  och  $E_{v_1}$ . Leverantörerna har just det förhållandet som bärighetskrav i sina broschyrer.

Geogrid eller geonät verkar inte ha blivit använt så mycket i Finland. I Österbotten är det många fackmän som inte vet riktigt vad det är. Under mitt arbete kunde jag inte hitta några uppgifter om hur mycket det förbättrar bärighet, eller enkelt sagt, hur mycket mindre kross man klarar sig med för att uppnå samma bärighet.

I alla projekt är ekonomin viktig. Man bör inte ta till i överkant utan redan från början reda ut behovet så exakt som möjligt. Det kan påverkas av olika saker. Till exempel på Storbötet kommer antalet körningar att minska om beställaren väljer att bygga tornen av betongelement i stället för att gjuta dem på plats i glidformar. Projektets storlek gör å andra sidan att påfrestningen på vägarna blir stor och dessutom bör trafiken kunna löpa smidigt

för undvikande av dödtid. Vid mindre projekt kan man bygga smalare passager och specialtransporterna får använda sig av den här ”*fram och tillbaka körmetoden.*”

Följande steg skulle jag kunna rekommendera vid dimensionering av vägar i en vindkraftpark:

- Reda ut hurudan typ av vindkraftverk och hur stort kommer att byggas.
- Reda ut leverantörens krav på vägarna.
- Skaffa en karta över området. En terrängkarta lämpar sig bäst och är noggrann för inritning av vägar.
- Okulär besiktning av terrängen.
- Ta jordprov och testa bärigheten.
- Dimensionering av horisontala och vertikala kurvor med tanke på framkomligheten.
- Dimensionering av vägen med tanke på bärighet efter att man fått resultaten från jord- och bärighetsproven.
- Ritning av längdprofil och skärningar.
- Övriga beräkningar och dokumentation.

Som förslag till fortsättning på detta arbete kan vara massa- och kostnadsberäkningar eller geonätets inverkan på vägens bärighet.

## 9 KÄLLFÖRTECKNING

AutoTURN. (u.å)

<http://www.transoftsolutions.com/autoturn> (hämtat:29.04.14)

Avén, S. (1985). *Handbok Bygg, Väg- och vattenbyggnader.*

Stockholm: Liber Tryck AB.

BDX. (u.å)

<http://bdx.se/sv/nyheter/gynnsamma-vindar-for-bdx-helhetslosningar> (hämtat 21.03.14)

Berg, A.S. (2008). *Byggteknik, Grundläggning och undergrund.*

Stockholm: Lärnö AB.

Gabrielsson, S., Wählin, H. & Kristiansson, A. (1988). *SRS, Vägteknik för 90-talet.*

Spånga: SRS Förlag.

Jääskeläinen, R. (2011) *Geotekniikanperusteet.*

Jyväskylä: Bookwell Oy.

Jääskeläinen, R. (2010) *Maarakennuksen ja lauhinnan perusteet.*

Porvoo: WS Bookwell Oy.

Jääskeläinen, R. (2003) *Pohjarakennuksen perusteet.*

Tampere: Tehokopiointi.

Koneyrittäjien liitto (1990). *Maarakennusyrittäjätoiminnan perusteet.*

Hango: HangonKirjapaino Oy.

Miljöministeriets broschyr (2012). *Planering av vindkraftsutsbyggnad.*

<http://www.ym.fi/sv-FI/Aktuellt/Publikationer>. (hämtat:07.01.2013)

PANK Ry (2002). *Kantavuuden mittaus, Loadman*.

<http://pank.fi/tekniset-vaatimukset/pank-menetelmat/> (hämtat: 25.09.13)

Prokonsbroschyr (2014). *Access Roads and Crane Pads*.

Itzehoe, Tyskland.

Rakennustietosäätiö RTS. (2010) *InfraRYL 2010*.

Viro: Kolofon Baltic OÜ.

Rakennustietosäätiö RTS. (1998). *RT-10660 Allmänna avtalsvillkor för byggnadsentreprenader*.

Rakennustietosäätiö RTS. (1999). *RT-80265 Småentreprenadkontrakt*.

Rakennustietosäätiö RTS. (2000). *RT-16-10724 Urakkaohjelman laatiminen, maarakennustyö*. <https://www.rakennustieto.fi/>

Road Masters. (u.å)

<http://www.roadmasters.fi/> (hämtat 01.05.14)

SFS-EN 933-1:1998 (1998). *kiviainesten geometrysten ominaisuuksien testaus. osa 1: rakeisuuden määrittäminen. Seulontamenetelmä*.

Svenska Geotekniska Förening. (1998) . *Metodbeskrivning för viktsondering (Vi, Vim)*.

Linköping.

Vägverkets publikation 1998:80. (1998). *Deflektionsmätning vid provbelastning med fallviktsapparat*.

<http://publikationswebbutik.vv.se/shopping/ShowItem> (hämtat 12.04.14)

Vägverkets publikation 1993:19. (1993). *Bestämning av bärighetsegenskaper med statisk plattbelastning.*

<http://publikationswebbutik.vv.se/shopping/ShowItem> (hämtat 04.02.14)

Leppänen, M. (2006) *NVF Förstärkningsseminar.*

<http://www.vegagerdin.is/nvf34.nsf/> (hämtat 19.03.14)

Vindatlas. (u.å)

<http://www.vindatlas.fi/se/index.html> (läst och hämtat 21.03.2014)

Wizelius, T. (2007). *Vindkraft i teori och praktik.*

2:a upplagan. Ungern: Studentlitteratur.

Österbottens förbund. (2012). *Specialtransporter i Österbotten.*

<http://www.midnordictc.net/download/> (hämtat 21.01.2014)

Finlands författningssamling

Markanvändnings- och bygglag 5.2.1999/132

Lag om enskilda vägar 15.6.1962/358



## Entreprenadprogram

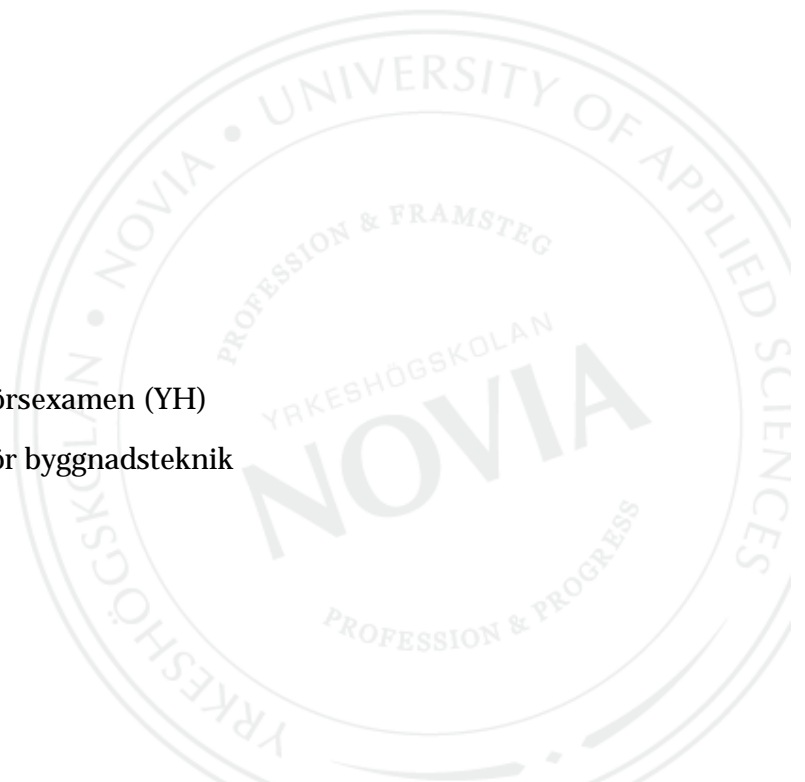
Storbötets område, utbyggnad av vägar

Suad Bjelic

Examensarbete för ingenjörsexamen (YH)

Utbildningsprogrammet för byggnadsteknik

Vasa 2014



## Innehållsförteckning

1	BYGGNADSENTREPRENADENS KONTAKTUPPGIFTER .....	1
1.1	Byggherre.....	1
1.2	Kontaktperson .....	1
1.3	Planerare.....	1
1.4	Byggledning och övervakning .....	1
1.5	Andra parter .....	1
2	ENTREPRENADSOBJEKT .....	2
2.1	Entreprenads plats.....	2
2.2	Entreprenads omfattning .....	2
2.3	Bekantande med byggplatsen ( YSE 32 §) .....	2
3	ENTREPRENADSFORM .....	2
3.1	Skyldighet att utföra arbete.....	2
3.2	Grunden för betalning .....	2
3.3	Underentreprenörer.....	3
4	EKTREPRENAD OCH INNEHÅLL .....	3
4.1	Helhetsentreprenad ( YSE 1-4 §).....	3
5	FÖRVERKLIGANDE OCH SAMARBETE.....	3
5.1	Direktiv gällande samarbete ( YSE 5-7 §).....	3
5.2	Förverkligande av tidsplan ( YSE 5 §) .....	4
5.3	Planeringsbesiktning ( YSE 64 §) .....	4
5.4	Startsyn ( YSE 65, 67 §) .....	4
5.5	Avbrott i arbetet .....	4
5.6	Säkerhet.....	4
5.7	Arbetsplatsarrangemang ( YSE 6, 7, 8 §).....	5



5.8	Städande och skyddande.....	5
6	BYGGHERRENS ÅTGÄRDER .....	5
6.1	Tillstånd/lov .....	5
6.2	Planeringar och deras förverkligande.....	5
7	KVALITET .....	6
7.1	Kvalitetskontroll ( YSE 10, 7. § 3. mom.).....	6
7.2	Entreprenörens kvalitetsövervakning.....	6
7.3	Alternativa produkter .....	6
8	MILJÖ / OMGIVNING .....	7
8.1	Miljöskydd.....	7
8.2	Röjnings- och rivningsavfal .....	7
8.3	Jord-, sten och trämaterial (YSE 53 §).....	7
8.4	Problemaxavfal och förorenat jordmaterial (YSE 53 §).....	7
9	DOKUMENT / HANDLINGAR (YSE 12-16 §) .....	8
9.1	Dokument för anbudsfrågan.....	8
9.2	Entreprenadskontraktdokument (YSE 13 §) .....	8
9.3	Dokumentets giltighetsordning .....	8
9.4	Dokumentets publicitet .....	9
9.5	Byggherrens mängdberäkning.....	9
9.6	Planeringsritningar och deras distribution (YSE 8 §) .....	9
10	ENTREPRENADENS TID .....	9
10.1	Påbörjan av arbetet (YSE 36 § 4.mom.).....	9
10.2	Byggnadstid (YSE 18, 50 §).....	9
10.3	Försening (YSE 18 §).....	10
11	ENTREPRENÖRENS ANSVARSSKYLIGHET .....	10
11.1	Garantitid (YSE 29 §).....	10
11.2	Entreprenörens garanti (YSE 36 §).....	10
11.3	Försäkringar (YSE 38 §) .....	11
11.4	Byggherrens säkerhet ( YSE 37 §) .....	11

12	BYGGHERRENS BETALNINGSSKYLDIGHETER.....	11
12.1	Entreprenadprisets utformning ( YSE 39,45 §) .....	11
12.2	Betalning av entreprenadpriset.....	11
12.2.1	Avbetalningstabell ( YSE 40 §) .....	11
12.2.2	Första avbetalningen .....	12
12.2.3	Sista avbetalningen.....	12
12.2.4	Sidoentreprenörernas betalning .....	12
12.2.5	Betalningstid och dröjmålsränta ( YSE 41 §).....	12
12.3	Prisbundenhet ( YSE 48 §).....	12
12.4	Ändringsarbeten och priser ( YSE 43, 44, 47 §) .....	13
12.5	Enhetspriser .....	13
13	ÖVERVAKNING .....	13
13.1	Byggherrens organisation och befogenheter ( YSE 59 §) .....	13
13.2	Byggherrens övervakning ( YSE 60, 61, 62 §).....	14
13.3	Planerarens kvalitetsövervakning ( YSE 60 § 2.mom.).....	14
14	ARBETSPLATSENS LEDNING .....	14
14.1	Entreprenörens organisation och befogenheter ( YSE 56, 57, 58 §) .....	14
14.2	Arbetskraft.....	14
14.3	Passertillstånd ( YSE 58 §) .....	15
14.4	Arbetsplatsdagbok ( YSE 75 §) .....	15
14.5	Arbetsplatsmöte .....	15
14.6	Entreprenörens gemensamma leveranser ( YSE 7 §) .....	15
14.7	Myndighetkontroller ( YSE 69 §).....	15
15	MOTTAGNINGSTILLVÄGAGÅNGSSÄTT ( YSE 70-74 §).....	16
15.1	Mottagningsbesiktning .....	16
15.2	Entreprenörsutförandets kontroll .....	16
15.3	Besiktningkostnader.....	16
15.4	Funktionstest .....	16
15.5	Överlåtelsedokument .....	16

16	MENINGSSKILJAKTIGHETER .....	17
16.1	Förhandlingar eller tingsrätt ( YSE 89, 92 §) .....	17
17	GRUNDERNA FÖR VAL AV ENTREPRENÖR.....	17
17.1	Offertförkastning .....	17
17.2	Grunder för jämförelse av offerter .....	17
18	OFFERT .....	17
18.1	Offertens upplägg .....	17
18.2	Intyg som bör bifogas till offerten .....	18
18.3	Offertens giltighetstid.....	18
18.4	Offertens utförande.....	18
18.5	Öppnande av offerter .....	18
18.6	Tilläggsuppgifter .....	18

# 1 BYGGNADSENTREPRENADENS KONTAKTUPPGIFTER

## 1.1 Byggherre

Prokon Wind Energy Finland Oy  
Företagaregatan 13,  
FIN-65380 Vasa  
Tel. +358 (0)6 \*\*\* \*\*\*\*\*

## 1.2 Kontaktperson

Michael Sandberg, projekchef  
Tel.+358 \*\*\*\*\*  
E-post:\*\*\*\*\*

## 1.3 Planerare

Suad Bjelic  
\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*  
Tel. +358 \*\*\*\*\*  
E-post: \*\*\*\*\*

## 1.4 Byggledning och övervakning

Xxxxx Yyyyy

## 1.5 Andra parter

(Om sådana finns)

## **2 ENTREPRENADSOBJEKT**

### **2.1 Entreprenads plats**

Storbötesområdet i Pensala samt vägar till området.

### **2.2 Entreprenads omfattning**

Entreprenaden omfattar iståndsättning av 14,2 km befintlig väg samt byggande av 8,3 km ny väg till en ny vindkraftpark Storbötet. Dessutom ingår byggande av 32 plattformar. En plattform för varje vindmölla samt utrymme för dess montering och underhåll.

### **2.3 Bekantande med byggplatsen ( YSE 32 §)**

Beställaren förutsätter att entreprenören har bekantat sig med entreprenadsobjektet både i verkligheten och på kartan före offertgivning. Tilläggsinformation om byggplatsen ges av Michael Sandberg enligt överenskommelse.

## **3 ENTREPRENADSFORM**

### **3.1 Skyldighet att utföra arbete**

Entreprenadens arbete genomförs som helhetsentreprenad. Huvudförverkligare är byggnadsentreprenör.

### **3.2 Grunden för betalning**

Grunden för betalning är helhetspris.

### **3.3 Underentreprenörer**

Huvudentreprenören måste meddela byggherren i god tid om anskaffning av underentreprenörer. Förhållande regleras genom användning av RT 80271.

## **4 EKTREPRENAD OCH INNEHÅLL**

### **4.1 Helhetsentreprenad ( YSE 1-4 §)**

Helhetsentreprenaden innehåller till arbetsplatsen hörande byggarbete, arbetsplatsens ledningsskyldigheter samt byggtekniskt arbete som nämns i dokument enligt planering. Till helhetsentreprenaden hör reglering av trafik samt utföring av behövlig trafiksignalisering på byggområdet. I entreprenad ingår också transport av massor och byggande av behövliga tillfälliga vägar.

Entreprenören skaffar allt material.

## **5 FÖRVERKLIGANDE OCH SAMARBETE**

### **5.1 Direktiv gällande samarbete ( YSE 5-7 §)**

Huvudentreprenören sköter om olika underentreprenörers arbete. Vid planering av arbetet bör man ta i beaktande kraven för arbets säkerhet. Huvudentreprenören måste leverera planering av arbetsplatsens arrangemang till byggherrens godkännande inom två veckor från att avtalet undertecknats.

## **5.2 Förverkligande av tidsplan ( YSE 5 §)**

Huvudentreprenören måste utarbeta i samråd men underentreprenören och byggherren en tidsplan inom en vecka efter undertecknandet av entreprenadavtalet. Tidsplan bör innehålla sido- och underentreprenörens arbete. Förverkligandet av tidsplanen uppföljs vid arbetsplatsmöten och i behov vid skilda möten. Tidsplan godkänns i samråd med andra. Ändring av tidsplanen görs endast vid arbetsplatsmöten.

## **5.3 Planeringsbesiktning ( YSE 64 §)**

Genomgång av plan utförs före uppgörandet av entreprenadavtalet och vid behov även före påbörjandet av byggnadsarbetet.

## **5.4 Startsyn ( YSE 65, 67 §)**

På byggplatsen hålls en startsyn där man bestämmer hur arbetet skall utföras. Det skall också utföras en grannsyn om det föreligger risk för att han förorsakas skador. Hos grannarna utförs slutsyn när entreprenadsarbetet är slutfört.

## **5.5 Avbrott i arbetet**

Entreprenör bör förbereda arbete så att inga onödiga avbrott sker.

## **5.6 Säkerhet**

Huvudentreprenören måste uppgöra en säkerhetsguide som ges till alla arbetare tillsammans med arbetsguiden.

### **5.7 Arbetsplatsarrangemang ( YSE 6, 7, 8 §)**

Huvudentreprenören ansvarar själv för anordning av sociala utrymmen inom entreprenadsområdet. Han är också skyldig att utmärka alla farliga platser på området.

### **5.8 Städande och skyddande**

Huvudentreprenör skall se till att arbetsplatsen hålls ren och i ordning. Vid behov skall huvudentreprenör vattna vägar för att förhindra dammspridning. Sprängningsarbete skall utföras av godkända yrkesmän.

## **6 BYGGHERRENS ÅTGÄRDER**

### **6.1 Tillstånd/lov**

Byggherren skaffar de för bygnadsobjektet behövliga tillstånden.

### **6.2 Planeringar och deras förverkligande**

Vid planeringsbesiktning och arbetsplatsmöten levererar byggherren en avtalad mängd kopior av tekniska dokument enligt bestämd tidtabell åt entreprenören.

De planer som entreprenören skall uppgöra är nämnda i arbetsbeskrivningen.



## **7 KVALITET**

### **7.1 Kvalitetskontroll ( YSE 10, 7. § 3. mom.)**

Huvudentreprenören skall inom två veckor efter underskrivandet av kontraktet göra upp en kvalitetsplan, som senare dokumenteras under arbetets gång.

### **7.2 Entreprenörens kvalitetsövervakning**

Entreprenören skall övervaka sin egen och underentreprenörernas arbetsledning och arbetskraftens kunnande.

Entreprenören skall även övervaka inköp och underentreprenörens lämpligheten för uppgiften att säkerställa att avtalad kvalitet till alla delar uppnås.

Kvalitetskrav enligt InfraRYL 2010.

### **7.3 Alternativa produkter**

I fall det finns behov att använda andra produkter än de som förekommer i dokumenten måste entreprenören i förväg skaffa ett godkännande av byggherren.

## **8 MILJÖ / OMGIVNING**

### **8.1 Miljöskydd**

Entreprenören bör i sitt eget arbete minimera arbetsplatsens skadliga inverkan på miljö. Man skall se till att använda miljövänliga material. Speciellt noga skall man vara vid utbyggnad av anslutningsvägen på västra sidan av området där det finns ett grundvattenområde i närheten. Oljeläckage skall minimeras från grävmaskiner och dylikt.

### **8.2 Röjnings- och rivningsavfal**

Till huvudentreprenad hör avverkning och röjning av skog. Huvudentreprenören skall sköta transport av eventuellt avfall och betala avstjälningsplatsavgifterna jämte skatt.

### **8.3 Jord-, sten och trämaterial (YSE 53 §)**

Överflödigt material tillhör entreprenaden. Entreprenören skall jämna ut eller flytta bort allt överlops material före överlåtelsen av entreprenaden.

Till markägarna hör alla stockar.

### **8.4 Problemaxfall och förorenat jordmaterial (YSE 53 §)**

Entreprenören bör i sitt eget arbete minimera arbetsplatsens skadliga inverkan på miljö.

Om icke dokumenterat problemaxfall hittas skall byggherrens kontaktperson omedelbart meddelas om det.

Huvudentreprenören bekostar jordsanering om han själv har orsakat föroreningen.

## **9 DOKUMENT / HANDLINGAR (YSE 12-16 §)**

### **9.1 Dokument för anbudsfrågan**

Till offertförfrågan bifogas en lista över samtliga bifogade dokument. Mottagare bör försäkra sig om att tjänsterna motsvarar entreprenadens dokumentförteckning och bör omedelbart meddela om eventuella brister till byggherren. En serie dokument för offerbegäran överlämnas avgiftsfritt till entreprenören. Om entreprenören behöver kopior står han för de uppkomna tilläggskostnaderna. Tilläggskopior kan beställas mot räkning av byggherrens kontaktperson.

### **9.2 Entreprenadskontraktdokument (YSE 13 §)**

Entreprenadkontrakt uppgörs på entreprenads kontraktblankett RT 80260. Vid underentreprenörskontrakt skall huvudentreprenören använda sig av blankett RT 80 271.

Entreprenaden följer allmänna avtalsvillkor ”Allmänna avtalsvillkor för byggnadsentreprenad YSE 1998 RT 16-10660 SV”.

Entreprenadkontraktets bilagor är: entreprenadprogram med bilagor, YSS 1998, anbudsbegäran, kontraktförhandlingarnas protokoll, arbetsbeskrivningar och ritningarna.

### **9.3 Dokumentets giltighetsordning**

I nedanstående ordning:

- Entreprenadavtal.
- Entreprenadförhandlingsprotokoll
- Entreprenadprogram
- Allmänna avtalsvillkor
- Entreprenadförfrågan
- Anbud
- Arbetsbeskrivning med bilagor

#### **9.4 Dokumentets publicitet**

Dokumenten är offentliga.

#### **9.5 Byggherrens mängdberäkning**

Byggherren har inte gjort några mängdberäkningar.

#### **9.6 Planeringsritningar och deras distribution (YSE 8 §)**

Byggherren levererar tekniska dokument och ritningar till huvudentreprenören. Byggherren meddelar till huvudentreprenören vem som utför arbets- och detaljritningarna.

Byggherren står för kostnaderna för ritningar och övriga handlingar.

### **10 ENTREPRENADENS TID**

#### **10.1 Påbörjan av arbetet (YSE 36 § 4.mom.)**

Arbetet får påbörjas efter att entreprenadhandlingarna har undertecknats.

#### **10.2 Byggnadstid (YSE 18, 50 §)**

Arbetstid enligt entreprenadförfrågan.

### **10.3 Försening (YSE 18 §)**

Förseningsböterna är **0,2%** av entreprenadpriset utan mervärdeskatt. Förseningsböterna räknas för högst 50 dagar varefter byggherren får häva avtalet. Byggherren har rätt att slutföra arbetet på entreprenörens bekostnad.

Byggherren har också rätt att avdra bötesbeloppet från betalningsrater eller garantier.

## **11 ENTREPRENÖRENS ANSVARSSKYLIGHET**

### **11.1 Garantitid (YSE 29 §)**

Garantitiden är två år beräknad från arbetets godkännande och mottagningsbesiktning.

En mellangranskning görs efter halva garantitiden. Eventuella uppkomna fel skall åtgärdas inom 14 dagar.

### **11.2 Entreprenörens garanti (YSE 36 §)**

Entreprenören skall ge följande garanti:

- Garantin under byggnadstiden skall utgöra 10 % av entreprenadpriset, samt gälla i 3 månader utöver avtalsenligt överlåtelsesdatum (0 % moms).
- Garantin under garantitiden skall utgöra 2 % av entreprenadpriset och gälla i 3 månader utöver den avtalsenliga garantitiden, som är 2 år.

Anbudsgivaren måste informera om säkerhetens kvalitet i sitt anbud.

### **11.3 Försäkringar (YSE 38 §)**

Försäkringen skaffas enligt YSE 38 §. Entreprenören skall skaffa ett heltäckande försäkringsskydd. Försäkringen bör tecknas i byggherrens namn och bör motsvara minst entreprenadpriset.

Entreprenören skall se till att alla underentreprenörer har en fungerande ansvarsförsäkring.

Entreprenören bör skaffa något sorts jordföroreningsförsäkring.

### **11.4 Byggherrens säkerhet ( YSE 37 §)**

Byggherren sätter inga säkerheter.

## **12 BYGGHERRENS BETALNINGSSKYLDIGHETER**

### **12.1 Entreprenadprisets utformning ( YSE 39,45 §)**

I anbudspriset anges momsfria priset och momsen skilt. Priset baserar sig på ett helhetspris och anges utan moms.

### **12.2 Betalning av entreprenadpriset**

#### **12.2.1 Avbetalningstabell ( YSE 40 §)**

Avbetalningstabellen görs i samarbete med huvud- och underentreprenörerna och den bifogas till entreprenadavtalet. Tabellerna baserar sig på utfört arbete.

### **12.2.2 Första avbetalningen**

Den första avbetalningen kan betalas som förskott i samband med entreprenadavtalsundertecknandet. Raten får vara högst 5 % av entreprenadsumman och får betalas då entreprenören har lämnat in godkänd garanti och påbörjat arbetet.

### **12.2.3 Sista avbetalningen**

Den sista avbetalningen är minst 15 % av entreprenadens totalpris. Av denna summa betalas 50 % efter att de egentliga arbetena är utförda och sista 50 % när efterputsningsarbetet är godkänt och garantin för garantitiden har lämnats in.

### **12.2.4 Sidoentreprenörernas betalning**

Byggherren betalar sidoentreprenörernas arbete direkt till de berörda parterna.

Huvudentreprenörens godkännande krävs för att betalningarna skall bli utförda.

### **12.2.5 Betalningstid och dröjsmålsränta ( YSE 41 §)**

En utskickad faktura betalas efter att byggherrens övervakare har granskat och godkänt utfört arbete.

Om byggherren inte har utfört betalningarna inom 21 dagar, betalar han en dröjsmålsränta enligt avtal.

### **12.3 Prisbundenhet ( YSE 48 §)**

Entreprenadspriset är fast och får inte indexbindas av någondera parten.

## **12.4 Ändringsarbeten och priser ( YSE 43, 44, 47 §)**

Huvudentreprenören får inte utföra några tilläggs- eller ändringsarbeten utan byggherrens medgivande.

Vid ändringsarbeten följs de principer som anges i YSE 1998 44§. Som tillägg för allmänna kostnader används +12 %. Tillägget för allmänna kostnader beräknas enligt skillnaden mellan de tillägg och avdrag som ändringsarbetena har orsakat.

## **12.5 Enhetspriser**

Enhetspriserna specificeras i en enhetspriserförteckning som bifogas avtalet.

Enhetspriserna binds inte till index.

Entreprenören bör ge ett anbud för alla tilläggs- och ändringsarbeten. Anbudet grundar sig på enhetsprisen och byggherren bör godkänna det skriftligt.

# **13 ÖVERVAKNING**

## **13.1 Byggherrens organisation och befogenheter ( YSE 59 §)**

Beställarens representant beslutar om entreprenadavtalet och ändringar gällande avtalet.

Arbetena kontrolleras av en övervakare som är utsedd av byggherren. Övervakaren har behörighet att ge anvisningar angående små och brådskande ändringar som inte påverkar entreprenadsumman.



### **13.2 Byggherrens övervakning ( YSE 60, 61, 62 §)**

Byggherren avlönar en hel- eller deltidsanställd att övervaka. Övervakningen sker enligt RT 16-10466. En övervakningsplan skall uppgöras och i den skall finnas behövliga dokument och kontaktuppgifter.

Byggherrens övervakning minskar inte entreprenörens ansvar.

### **13.3 Planerarens kvalitetsövervakning ( YSE 60 § 2.mom.)**

Förutom av byggherren utförs kontroll även av planeraren. Planeraren har rätt att övervaka att arbetet utförs enligt planerna. Planerarna får inte besluta om några ändringar utan byggherrens samtycke.

## **14 ARBETSPLATSENS LEDNING**

### **14.1 Entreprenörens organisation och befogenheter ( YSE 56, 57, 58 §)**

Huvudentreprenören skall ha en ansvarig arbetsledare på plats, som har tillräcklig arbetserfarenhet inom branschen. Underentreprenörerna skall ha egna ansvariga arbetsledare.

Huvudentreprenören bör informera byggherren och övriga entreprenörer om arbetsplatsens arbetsskyddsorganisation samt vem som är ansvarig för arbetsskyddet.

### **14.2 Arbetskraft**

I arbetet skall följas alla lagar gällande arbetsskydd och direktiv för jordbyggnad och tekniska säkerhetsföreskrifter.

### **14.3 Passertillstånd ( YSE 58 §)**

Huvudentreprenören skall meddela namn och födelsedatum för sina och för underentreprenörernas arbetare till byggherren.

Arbetarna skall bära ID-kort med sin arbetsgivares namn, sitt eget namn och sitt skattenummer.

### **14.4 Arbetsplatsdagbok ( YSE 75 §)**

Huvudentreprenören för en numrerad arbetsplatsdagbok som övervakaren då och då kvitterar. Boken görs i två exemplar, det ena är för byggherren och det andra för huvudentreprenören.

### **14.5 Arbetsplatsmöte**

Arbetsplatsmöte hålls enligt vad beställaren tycker är nödvändig, men minst två gånger per månad. Vid första arbetsmötet hålls även begynnelsemöte.

### **14.6 Entreprenörens gemensamma leveranser ( YSE 7 §)**

Huvudentreprenören har som skyldighet att övervaka och styra arbetsplatsens samarbete. För detta måste entreprenörerna vid behov hålla samarbetsmöten. Byggherren kallas till mötet om något behandlas som gäller honom.

### **14.7 Myndighetkontroller ( YSE 69 §)**

Huvudentreprenören måste dokumentera vad myndigheterna kräver av byggherren.

## **15 MOTTAGNINGSTILLVÄGAGÅNGSSÄTT ( YSE 70-74 §)**

### **15.1 Mottagningsbesiktning**

Mottagningsgranskning och godkännande utförs enligt YSE 1998.

### **15.2 Entreprenörsutförandets kontroll**

Innan den egentliga mottagningsgranskningen godkänns, utförs granskningar av underentreprenörernas arbeten.

### **15.3 Besiktningkostnader**

Var part står för sina besiktningkostnader första gången. I fall man måste ombesikta på grund av entreprenörens fel står entreprenören för kostnaderna.

### **15.4 Funktionstest**

Man utför bärighetsprov och vägtrummor granskas, montering och lutning.

### **15.5 Överlåtelsedokument**

Hit hör: slutgranskningsdokument av grannfastigheter, kvalitetsrapport, överlåtelsedokument och projektets granskningsdokument.

## **16 MENINGSSKILJAKTIGHETER**

### **16.1 Förhandlingar eller tingsrätt ( YSE 89, 92 §)**

Tvisterna bör lösas med förhandlingar. I annat fall är det att gå vidare till Vasa tingsrätt.

## **17 GRUNDERNA FÖR VAL AV ENTREPRENÖR**

### **17.1 Offertförkastning**

En offert får förkastas om den inte följer offertförfrågan eller om den innehåller egna krav.

### **17.2 Grunder för jämförelse av offerter**

Den förmånligaste offerten väljs. Utom priset beaktas också andra vägande faktorer. Byggherren måste inte godkänna någon offert alls.

## **18 OFFERT**

### **18.1 Offertens upplägg**

Dokumenterna i offerten skall uppläggas enligt bifogade blanketter. Byggherren behåller sig rätten att lämna bort vissa arbeten från entreprenaden.

## **18.2 Intyg som bör bifogas till offerten**

Entreprenören skall bifoga: skatteintyg, pensionsförsäkringsintyg och RALA-kvalifikationsbevis. Intygen får inte vara äldre än 2 månader. Huvudentreprenören är ansvarig för att underentreprenörerna har skatte- och kvalifikationsintyg.

## **18.3 Offertens giltighetstid**

Offerten är bindande tills ett avtal tecknas. Offerten skall vara i kraft i 30 dagar efter sista angivna inlämnings datum i offertbegäran.

## **18.4 Offertens utförande**

Offerten skall anlända till byggherren i ett slutet kuvert senast sista dagen som angetts i offertförfrågan.

Brevet märks ”Vägarna på Storböten”, och skickas till Prokons adress från rubrik 1.1.

## **18.5 Öppnande av offerter**

Offerterna öppnas första vardagen efter sista inlämningsdagen. Resultatet av offertförfrågningen meddelas åt alla offertangivare.

## **18.6 Tilläggsuppgifter**

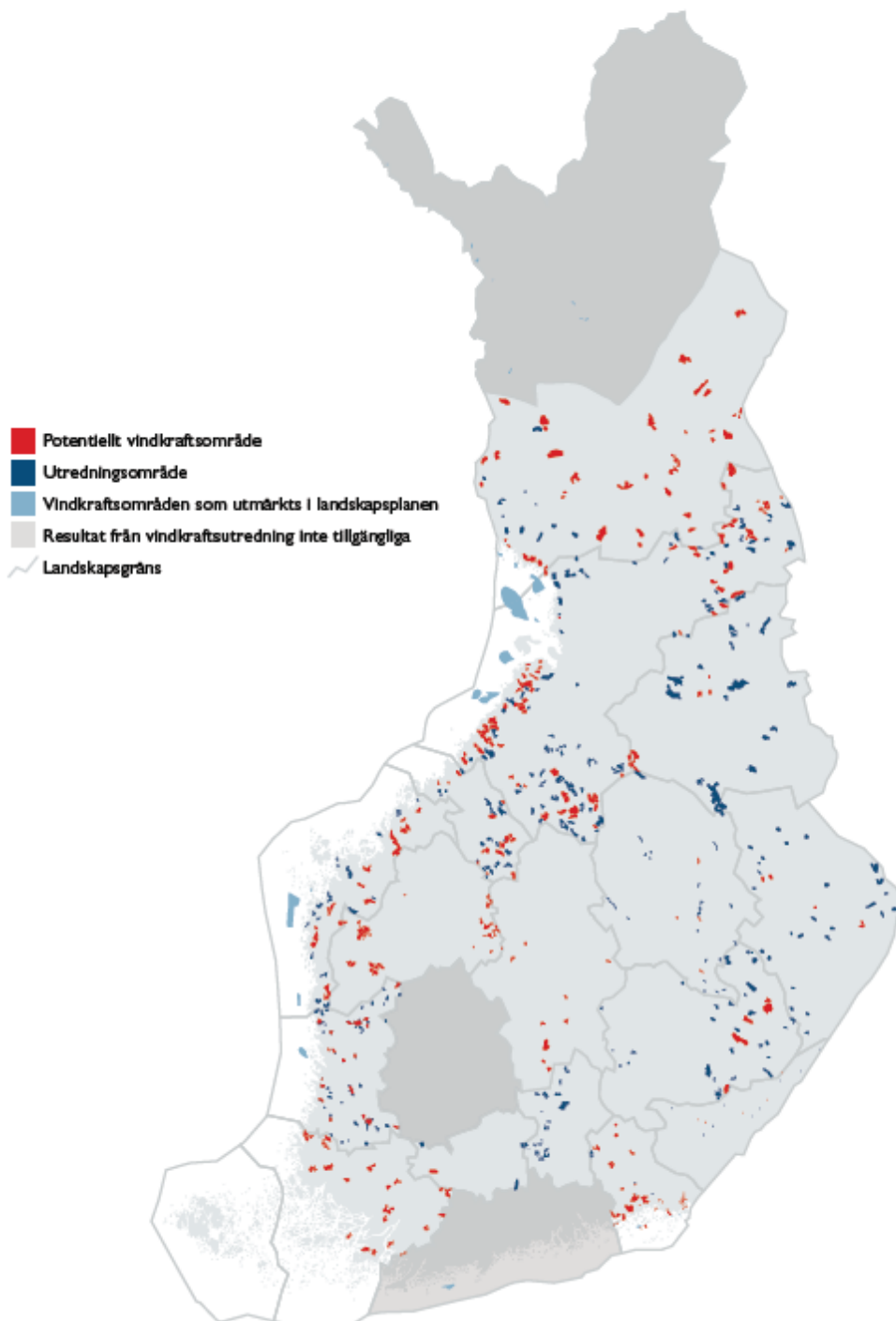
Vid oklarheter och frågor skall byggherren skriftligen meddelas senast 7 dagar innan offerttiden går ut.

Vasa den 05.05.2014

Prokon Wind Energy Finland Oy

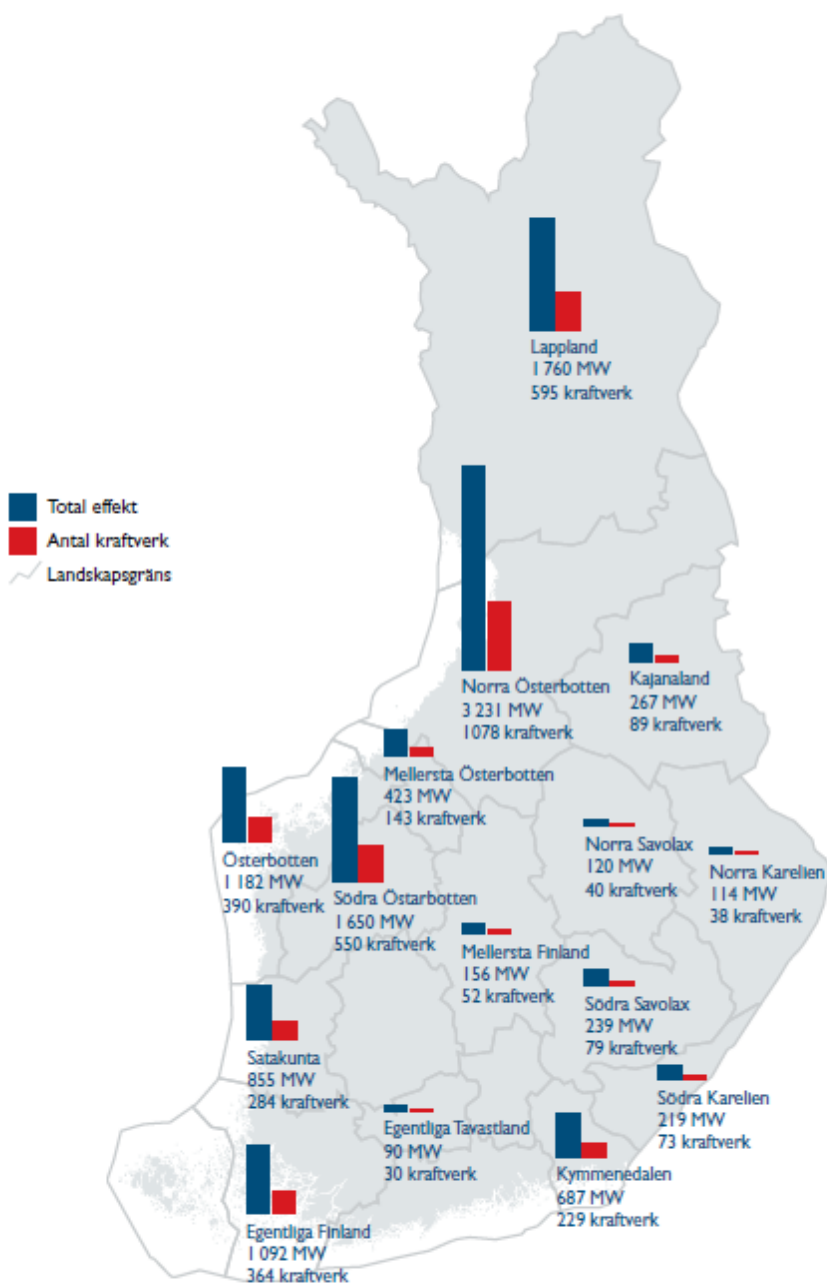
## BILAGA 1

Karta 3. Områden för vindkraftsproduktion enligt landskapsförbundens utredningar och områdesreserveringar för vindkraftsproduktion enligt de fastställda landskapsplanerna. Innehåller material från Lantmäterverkets Terrängdatabas 06/2012.



## BILAGA 2

Karta 2. Total effekt och antal vindkraftverk som det är möjligt att uppnå på de potentiella vindkraftsområdena. Innehåller material från Lantmäteriverkets Terrängdatabas 06/2012.



På karta 2 presenteras den totala effekten och antalet vindkraftverk som det är möjligt att uppnå på de potentiella vindkraftsområdena. Områden för vindkraftsproduktion enligt utredningarna och områdesreserveringar för vindkraftsproduktion i de fastställda landskapsplanerna presenteras på karta 3.

Stand: 30.01.2014

Number of vehicles for the erection of the P3000

Item	Number	loaded					empty					total weight
		length (in m)	width (in m)	height (in m)	weight (in t)	axles number	weight each axles (in t)	length (in m)	width (in m)	height (in m)	weight (in t)	
<b>Tower</b>												
1 truck	65				40							17
2 truck	1				35							17
3 truck	1				45							17
<b>Erection</b>												
1 vehicle with machine frame	1	29	4,9	4,45	107	4/8	max 10	29	2,75	4	4	52
2 vehicle with hub	1	24	5,9	4	73	4/4	max 10	24	2,5	4	4	40
3 Crane	1	16	3	4	60	5	12	16	3	4	4	60
4 truck	20	16,5-18,5	2,5-3,55	4	40		bis 11	16,5-18,5	2,5	4	4	17
5 truck	3	18,5	2,5	4	40	3/3	max. 8	18,5	2,5	4	4	17
6 Mobile Crane	1	19	3	4	96	8	12					96
7 Mobile Crane	1	16	3	4	60	5	12					60
8 Crane superstructure	1	24	3	4	115		max. 10	24	2,5	4	4	52
9 Transport vehicles for Crane	47	16,5	2,7-3	4	40		bis 12	16,5	2,5	4	4	20
10 vehicles with generator	1	42	6	4,25	174,5	5/11	max 12	28	2,75	4	4	78
11 vehicle with tower section	1	36	4,25	4	79	4/4	10	24	2,5	4	4	39
12 vehicle with tower section	1	38	4,25	4	118	4/9	10	24	2,5	4	4	58
13 vehicle with rotor blades	3	64	4,2	4,2	65			25	2,5	4	4	50
<b>After Erection</b>												
1 standard vehicle	15	16,5-18,5	3,1	4	40			16,5-18,5	2,5	4	4	17
2 truck	3	18,5	2,5	4	30			18,5	2,5	4	4	17
3 Mobile Crane	1	19	3	4	96	8	12					96
4 Mobile Crane	1	16	3	4	60	5	12					60
5 standard vehicle	1	24	3	4	115			24	2,5	4	4	52
6 standard vehicle	47	16,5	2,7-3	4	40			16,5	2,5	4	4	20
<b>sum</b>											<b>14007,5</b>	

Bilaga 4. Antal av turbindelar samt vikter. (Prokon)



BILAGA 4

LABORATORION TYÖLOMAKE

74 työssäkäyntimies

Työkohde: Näytteenotto  Fehjämies  Sävi-siltti  Muutseeli  Kestopölysystemissä  City-1ms. score  Täytemies  Hiekke-score  Sepelli  Pölytyö  Muut

Näytteen tunnus: a 1, b 2, c 3.

Näytteen ottopaikka (Pöly) - syys ja korkeus: 661, 655, 544

Näytteen massa kuivana: 661, 655, 544

Näytteen massa kuivana pesu-seulonnan jälkeen: 661, 655, 544

Seula	Seulinta j1			Seulinta j2			Seulinta j3		
	g	%	%	g	%	%	g	%	%
64									
50									
32									
25									
20									
16	7			57					
+/- 11,2	5			15			6		
8	2			28			3		
- 5,6	2			23			4		
4	3			23			2		
2	3			48			5		
1	9			36			5		
0,5E	10			27			6		
0,2E	14			36			34		
0,12E	46			58			105		
0,074	104			67			85		
Pöly + passatppi	399			243			278		
Yht.	661			655			544		

Aika	°C	Kilo	Anemometri-lukema	Raekoko	Läpisy %	Kilo	Anemometri-lukema	Raekoko	Läpisy %	Kilo	Anemometri-lukema	Raekoko	Läpisy %
Alku	20	9,44	1,057	0,052	66,5	9,55	1,030			9,46	1,026		
1 min.	20	9,45				9,46		0,056	4,9	9,47		0,055	4,3
5 min.	20	9,51	1,02	0,022	71,5	9,52	1,016	0,023	2,7	9,53	1,013	0,024	2,2
1 h.	20	10,44	1,006	0,0073	10,5	10,48	1,0055	0,0072	1,0	10,46	1,005	0,0072	0,9
5 h.	20	10,44	1,003	0,0073	5,9	10,48	1,0025	0,0072	7,2	10,46	1,002	0,0073	4,3
1 d.	20	9,44	1,002	0,0077	2,8	9,45	1,002	0,0077	4,3	9,46	1,0015	0,0075	3,9
4 d.	20	9,44	1,001	0,0075	1,8			0,0075	3,9	1,001	0,0075		1,8

LABORATORION TYÖLOMAKE

74 työssäkäyntimies

Työkohde: Näytteenotto  Fehjämies  Sävi-siltti  Muutseeli  Kestopölysystemissä  City-1ms. score  Täytemies  Hiekke-score  Sepelli  Pölytyö  Muut

Näytteen tunnus: a 4, b 5, c 6.

Näytteen ottopaikka (Pöly) - syys ja korkeus: 548, 484, 561

Näytteen massa kuivana: 548, 484, 561

Näytteen massa kuivana pesu-seulonnan jälkeen: 548, 484, 561

Seula	Seulinta j1			Seulinta j2			Seulinta j3		
	g	%	%	g	%	%	g	%	%
64									
50									
32									
25									
20									
16									
+/- 11,2	10			17			21		
8	4			16			17		
- 5,6	8			13			31		
4	7			10			28		
2	13			22			20		
1	16			28			47		
0,5E	18			30			53		
0,2E	19			39			54		
0,12E	40			113			140		
0,074	41			42			97		
Pöly + passatppi	213			53			21		
Yht.	548			484			561		

Aika	°C	Kilo	Anemometri-lukema	Raekoko	Läpisy %	Kilo	Anemometri-lukema	Raekoko	Läpisy %	Kilo	Anemometri-lukema	Raekoko	Läpisy %
Alku	20	9,47	1,038	0,041	64	9,48	1,015	0,056	25,3				
1 min.	20	9,48				9,48							
5 min.	20	9,51	1,026	0,0195	4,3	9,55	1,007	0,021	12,5				
1 h.	20	10,47	1,011	0,0063	18,9	10,48	1,003	0,0066	5,9				
5 h.	20	10,47	1,005	0,0062	9	10,48	1,002	0,005	4,3				
1 d.	20	9,47	1,025	0,0052	3,9	9,48	1,0015	0,0045	3,9				
4 d.	20	9,47	1,001	0,0075	4,1			0,0075	1,8				

Bilaga 4. Antäckningar vid sikning och aerometersanalys.

BILAGA 5.

LABORATORION TYÖLOMAKE

työmaa/kuutiometri

Työkohteet: Näytteen laatu  Pohjamaa  Täytymää  Seiv-siltti  Hiekkis-sirtti  Murskeet  Sepsiti  Kestopölysiemessä  Pöly-yms. sirtti  Muut  Pöly-yms. sirtti  Muut

Kurssi: 8.

Näytteen tunnus: a) 7. b) 8. c) 9.

Näytteen ottopaikka (Peelu) — syvyys ja korkeusaste: 7005 H

Näytteen massa kuivana: 529 g 472 g 480 g

Näytteen massa kuivana peus-siunnon jälkeen: G G G

Sieve	Sieve No.			Sieve No.			Sieve No.		
	g	%	%	g	%	%	g	%	%
64									
80									
100									
150	2022,4							44	
200	16	19						32	
250	2814,2	18						13	
300	8	93			1			4	
400	256	89			—			10	
500	4	92			1			9	
600	2	72			1			15	
750	1	40			4			22	
900	0,0E	24			19			33	
1050	0,2E	18			119			50	
1200	0,12E	20			255			75	
1500	0,074	18			56			68	
2000	Pöly + passu (P)	37			16			105	
2500	Yht.	529			472			480	

Aika	°C	Kilo	Aerometri-lukema	Raekko	Läpisy %	Kilo	Aerometri-lukema	Raekko	Läpisy %	Kilo	Aerometri-lukema	Raekko	Läpisy %
Aiku	20									9:54			
1 min	20						9:55	1,020	0,045	33,4			
6 min	20						10:00	1,010	0,021	12,4			
1 h	20						10:56	1,0045	0,0063	5,2			
6 h	20						14:54	1,003	0,0029	5,9			
1 d	20						18:20	1,0015	0,0015	3,9			
4 d								1,001	0,00075	1,8			

LABORATORION TYÖLOMAKE

työmaa/kuutiometri

Työkohteet: Näytteen laatu  Pohjamaa  Täytymää  Seiv-siltti  Hiekkis-sirtti  Murskeet  Sepsiti  Kestopölysiemessä  Pöly-yms. sirtti  Muut  Pöly-yms. sirtti  Muut

Kurssi: 12.

Näytteen tunnus: a) 10. b) 11. c) 12.

Näytteen ottopaikka (Peelu) — syvyys ja korkeusaste:

Näytteen massa kuivana: 517 g 660 g

Näytteen massa kuivana peus-siunnon jälkeen: G G G

Sieve	Sieve No.			Sieve No.			Sieve No.		
	g	%	%	g	%	%	g	%	%
64									
80									
100									
150	2231,5							48	
200	2022,4							—	
250	16	18						15	
300	211,2	16						11	
400	8	8						22	
500	25,6	13						12	
600	4	23						15	
750	2	66						22	
900	1	68						30	
1050	0,0E	60						32	
1200	0,2E	47						42	
1500	0,12E	48						77	
2000	0,074	23						85	
2500	Pöly + passu (P)	127						249	
3000	Yht.	517						660	

Aika	°C	Kilo	Aerometri-lukema	Raekko	Läpisy %	Kilo	Aerometri-lukema	Raekko	Läpisy %	Kilo	Aerometri-lukema	Raekko	Läpisy %
Aiku	20						9:56						
1 min	20		9:56	1,024	0,054	9,0	9:57	1,015	0,054	48,5			
6 min	20		10:02	1,014	0,023	23,7	10:03	1,014	0,023	23,7			
1 h	20		10:57	1,005	0,0022	5	10:56	1,004	0,0023	10,8			
6 h	20		14:55	1,0025	0,0032	7,2	14:56	1,003	0,0023	5,9			
1 d	20		17:55	1,0015	0,0015	3,9	17:56	1,0015	0,0015	3,9			
4 d				1,0015	0,00075	3,9		1,0015	0,00075	3,9			

Bilaga 5. Siktning och aerometeranalys

**Tilaja:** **Lab.arbnr:** 1400013

**Utförande:** S. Bjelic

**Objekt:** **Storbötet**

**Utförda provningar:**

- torrsiktning (SFS-EN 933-1)
- areometeranalys (PANK 2103)

**Resultat:**

Prov / Punkt	Jordart	Bilaga		
Prov 1	hkSi	1	liSa	Fet lera
Prov 2	hkMr	2	laSa	Mager lera
Prov 3	siHk	3	Si	Silt
Prov 4	hkMr	4	siHk	Siltig sand
Prov 5	hkMr	5	hkSi	Sandig silt
Prov 6	hkMr	6	hHk	Fin sand
Prov 7	srMr	7	Hk	Sand
Prov 8	Sr	8	kHk	Grov sand
Prov 9	hkMr	9	Sr	Grus
Prov 10	hkMr	10	SaMr	Lermorän
Prov 11	hkMr	11	SiMr	Siltmorän
			SiHkMr	Siltig sandmorän
			HkMr	Sandmorän
			SrMr	Grusmorän

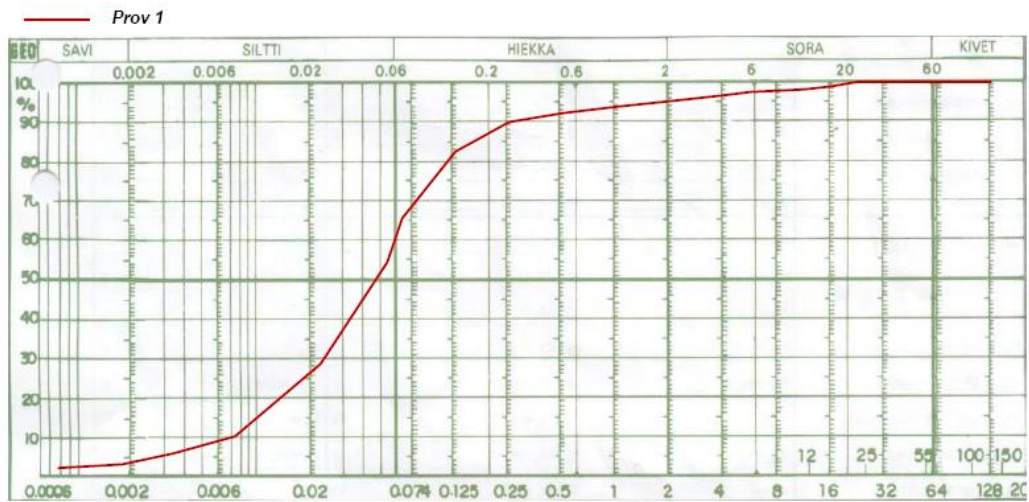
Lab.arbnr: 1300132

Utförande: S. Bjelic

Objekt: **Storbötet**

Utförda provningar:

- areometeranalys (PANK 2103)



hkSi

Sandig silt

Address / Osoite

Yrkeshögskolan Novia, University of Applied Sciences  
PL 6 / Puuvillakuja 3, Technobothnia  
FIN - 65201 VAASA

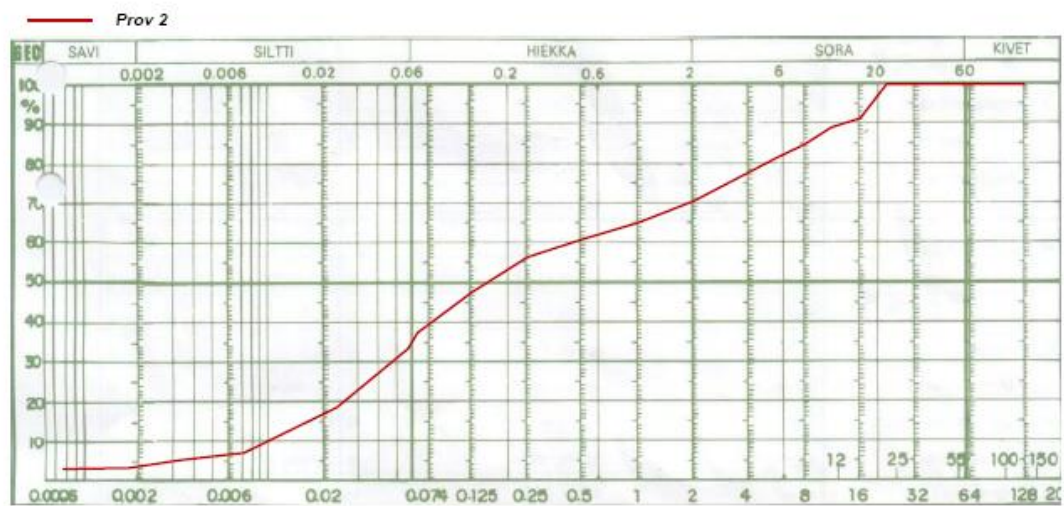
Lab.arbnr: 1300132

Utförande: S. Bjelic

Objekt: **Storbötet**

Utförda provningar:

- areometeranalys (PANK 2103)



hkMr

Sandmorän

Address / Osöite

Yrkeshögskolan Novia, University of Applied Sciences  
PL 6 / Puuvillakuja 3, Technobothnia  
FIN - 65201 VAASA



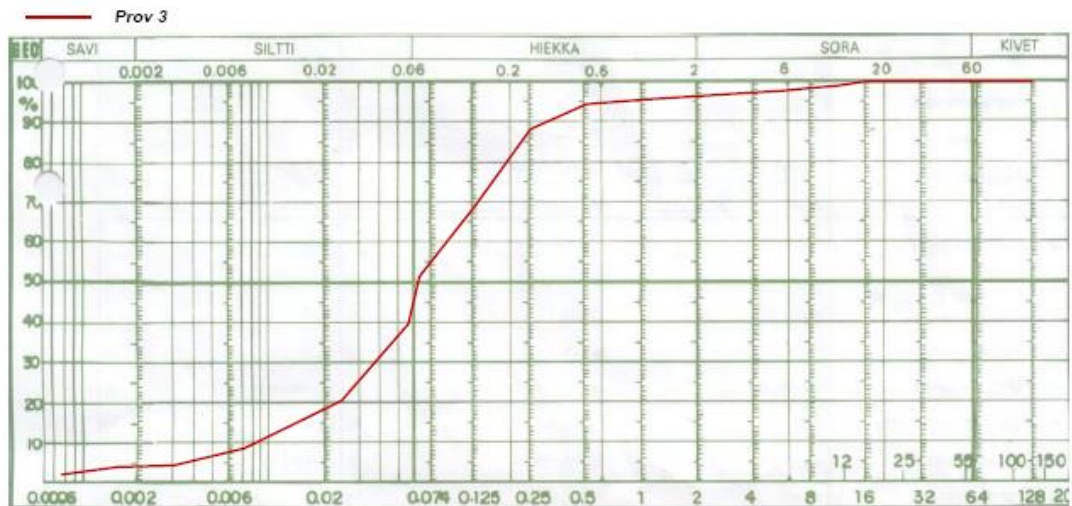
Lab.arbnr: 1300132

Utförande: S. Bjelic

Objekt: **Storbötet**

Utförda provningar:

- areometeranalys (PANK 2103)



siHk Siltig sand

Address / Osöite

Yrkeshögskolan Novia, University of Applied Sciences  
PL 8 / Puuvillakuja 3, Technobothnia  
FIN - 65201 VAASA

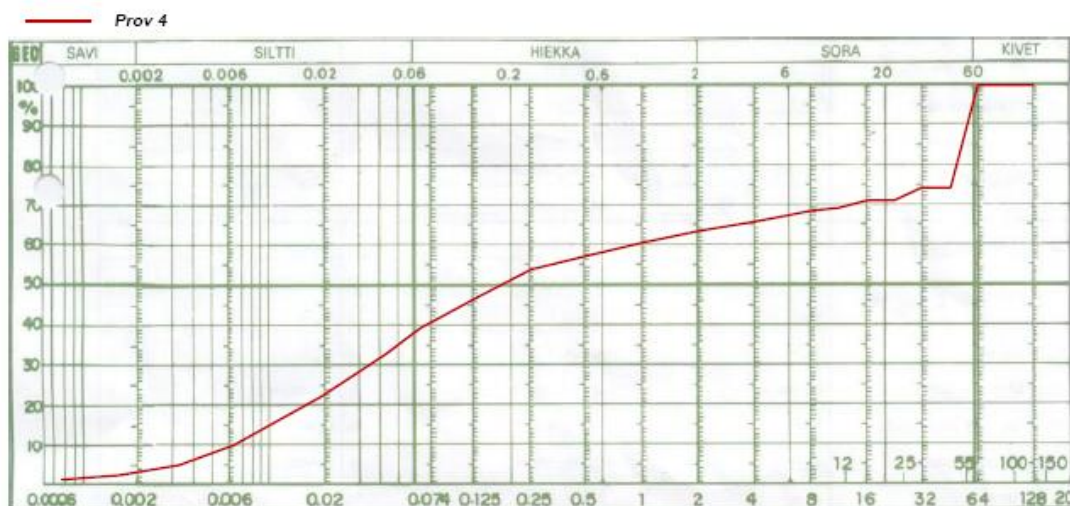
Lab.arbnr: 1300132

Utförande: S. Bjelic

Objekt: **Storbödet**

Utförda provningar:

- areometeranalys (PANK 2103)



hkMr Sandmorän

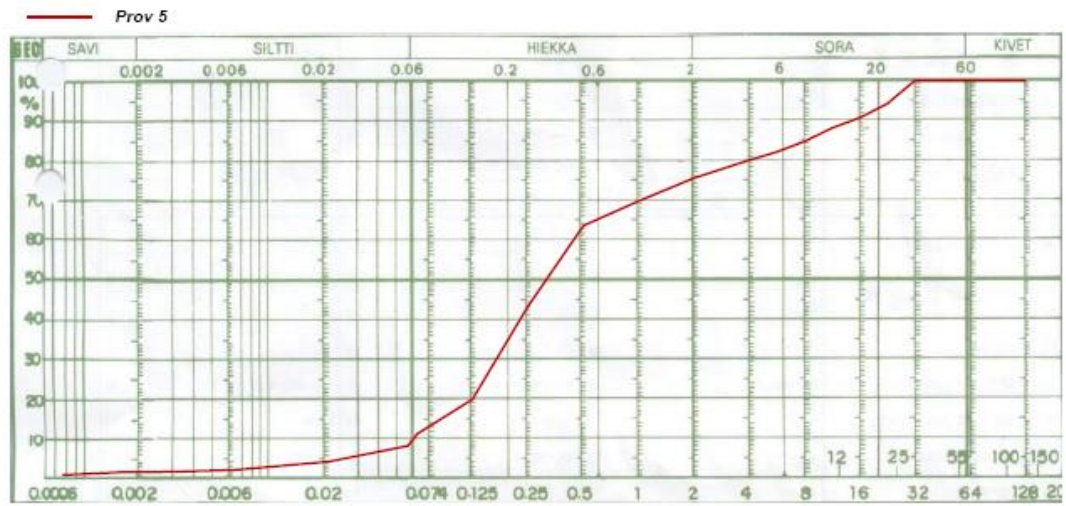
Lab.arbnr: 1300132

Utförande: S. Bjelic

Objekt: **Storbödet**

Utförda provningar:

- areometeranalys (PANK 2103)



hkMr Sandmorän



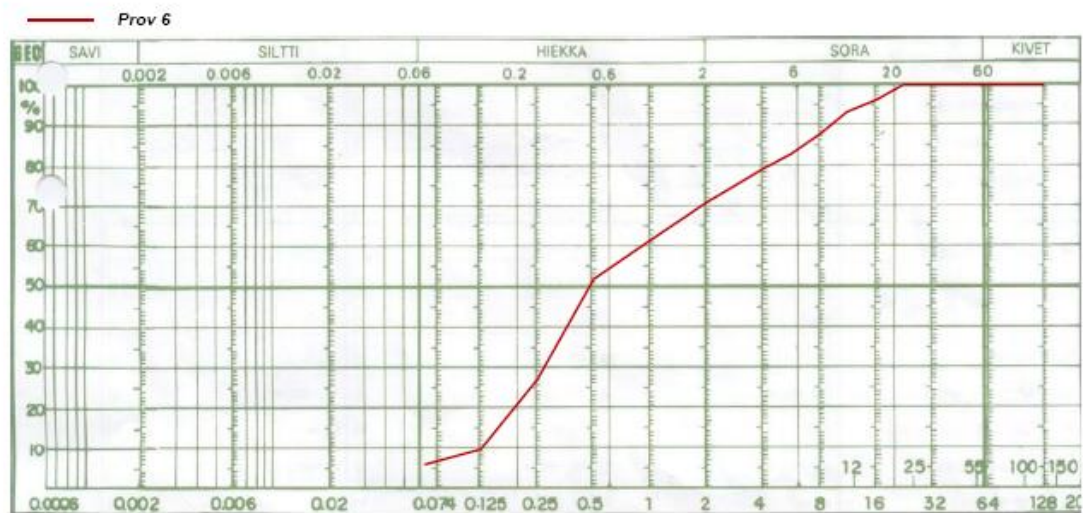
Lab.arbnr: 1300132

Utförande: S. Bjelic

Objekt: **Storbötet**

Utförda provningar:

- areometeranalys (PANK 2103)



hkMr Sandmorän

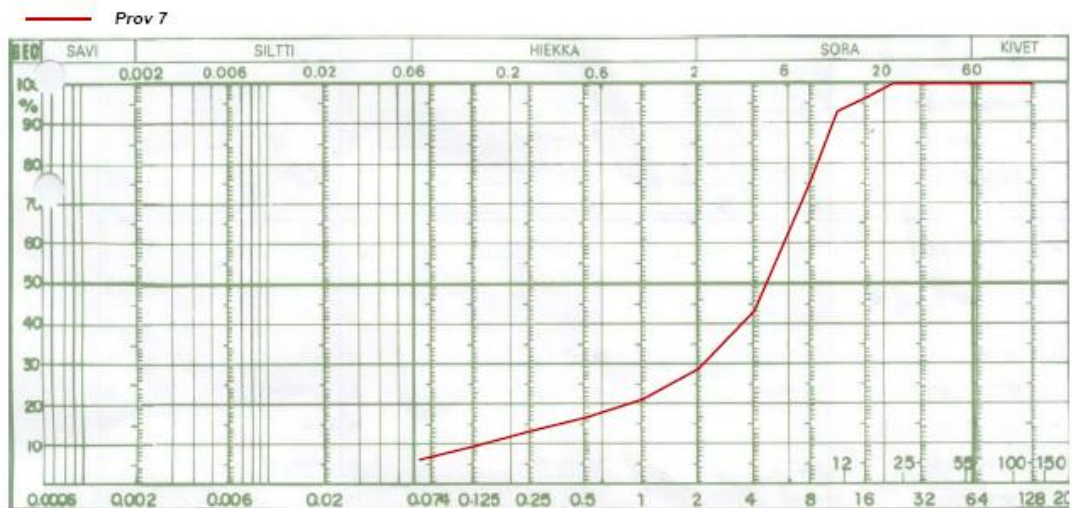
Lab.arbnr: 1300132

Utförande: S. Bjelic

Objekt: **Storbötet**

Utförda provningar:

- areometeranalys (PANK 2103)



srMr

Grusmorän

Adress / Osoite

Yrkehögskolan Novia, University of Applied Sciences  
PL 6 / Puuvillakuja 3, Technobothnia  
FIN - 65201 VAASA

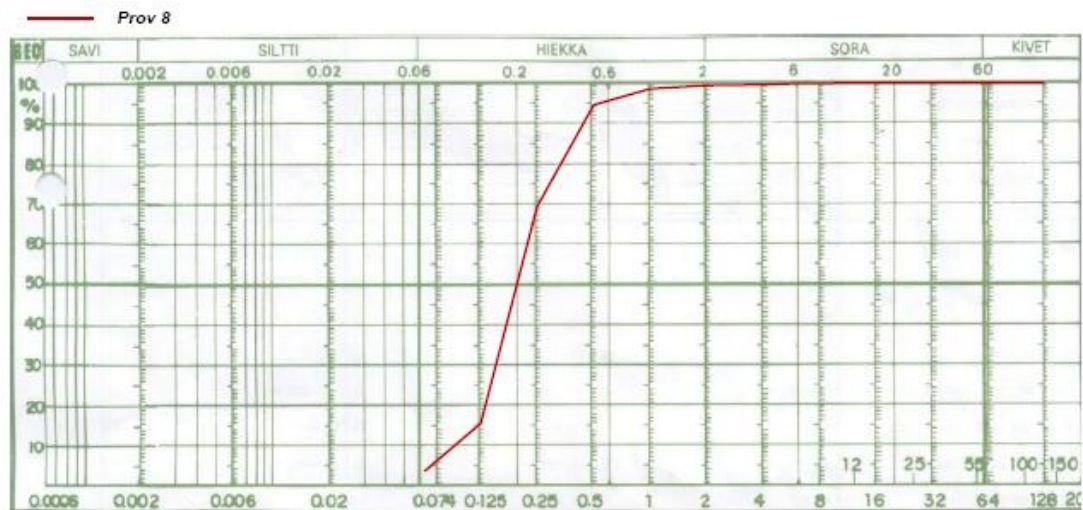
Lab.arbnr: 1300132

Utförande: S. Bjelic

Objekt: **Storbötet**

Utförda provningar:

- areometeranalys (PANK 2103)



Sr

Grus

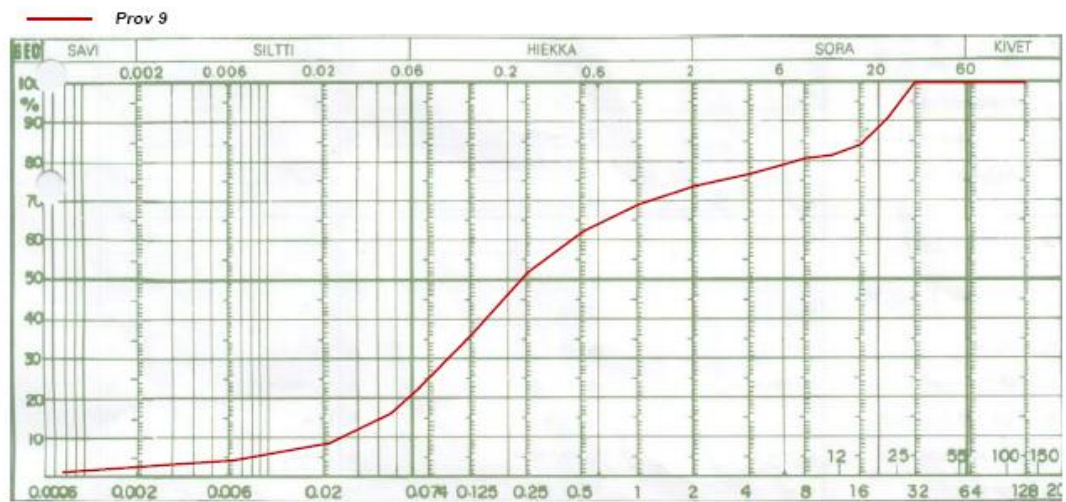
Lab.arbnr: 1300132

Utförande: S. Bjelic

Objekt: **Storbötet**

Utförda provningar:

- areometeranalys (PANK 2103)



hkMr Sandmorän

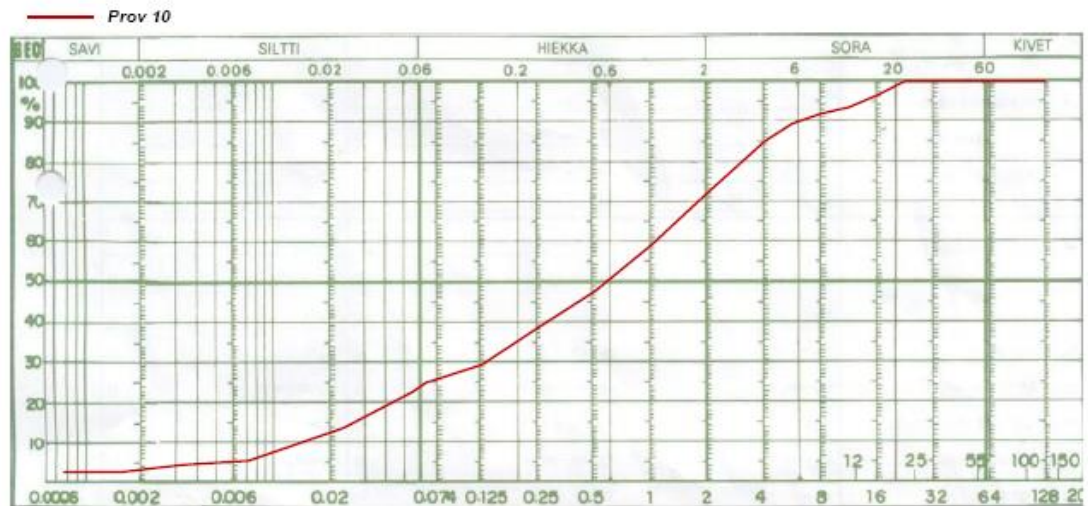
Lab.arbnr: 1300132

Utförande: S. Bjelic

Objekt: **Storbötet**

Utförda provningar:

- areometeranalys (PANK 2103)



hkMr Sandmorän



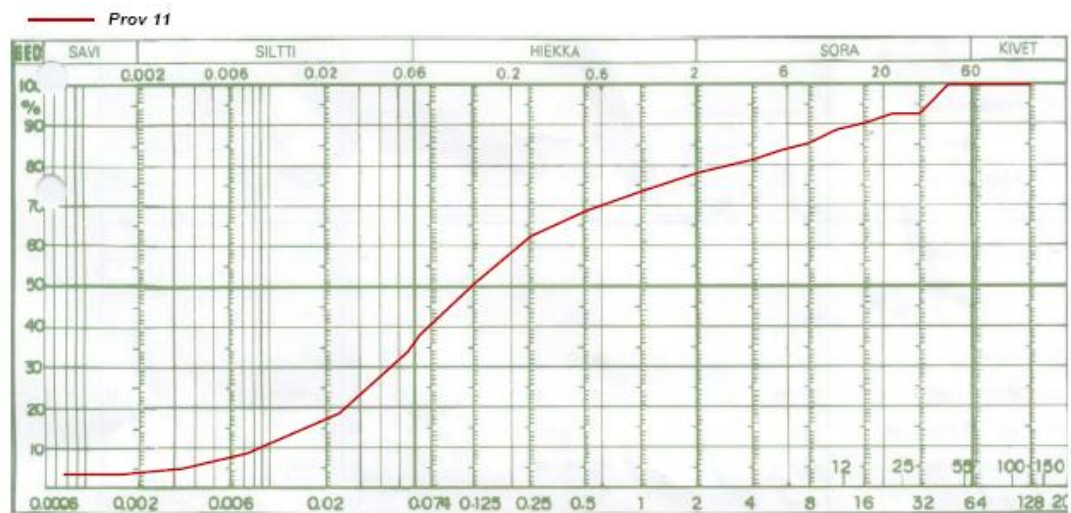
Lab.arbnr: 1300132

Utförande: S. Bjelic

Objekt: **Storbötet**

Utförda provningar:

- areometeranalys (PANK 2103)



hkMr

Sandmören

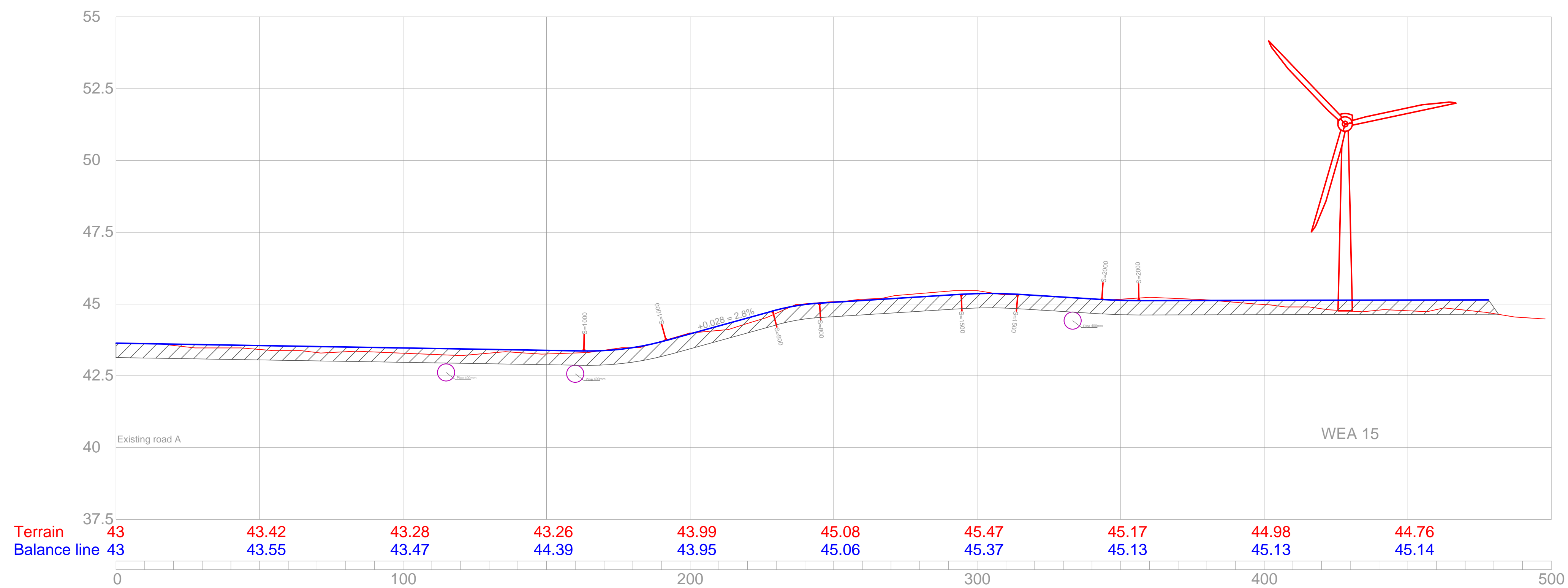
Adress / Osöte

Yrkehögskolan Novia, University of Applied Sciences  
PL 6 / Puuvillakuja 3, Technobothnia  
FIN - 65201 VAASA

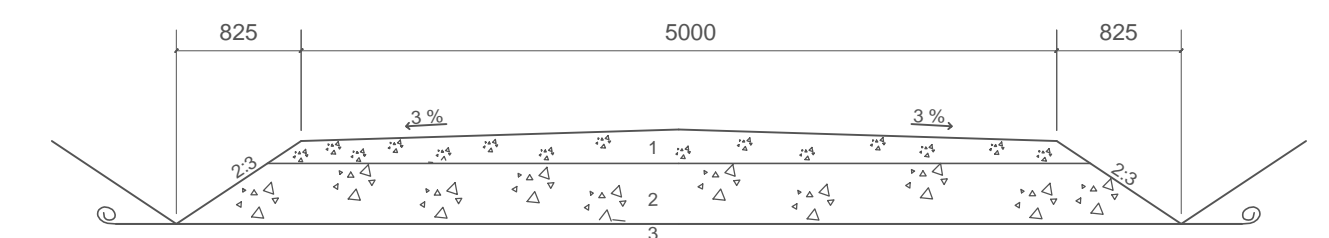
BILAGA 18.

Väggkort nr. 1	PROKON Wind Energy Finland	Bilaga nr.3		
Projekt:	Storbötet, Nykarleby/Vörå kommun			
Skärning:				
Väg:	WEA15	Komentar:		
Typ:	Nybyggnad			
Början:	Befinlig väg A			
Slut:	WEA15			
Längd:	350 m			
Slänt:	2:3			
Lutning:	Tvärfall 3%			
Trumrör:	3 st., 400 mm			
Fiberduk:	Ja, klass N3			
Bärlager:	Kross (0-90), 400mm			
Slitlager:	Kross (0-32), 150mm			
Kurvor:	2 st.			
	Radie(m)		Sväng.grad	Längd(m)
Kurva nr.1:	25		32	44
Kurva nr.2:	40		57	40
Kurva nr.3:	100		5	9
Kurva nr.4:	0		0	0
Kurva nr.5:	0		0	0
Kurva nr.6:	0		0	0
Raka sträckor:	5 st.			
	Längd(m)			
Sträck nr.1:	44			
Sträck nr.2:	102			
Sträck nr.3:	143			
Sträck nr.4:	0			
Sträck nr.5:	0			
Sträck nr.6:	0			

LONGITUDINAL PROFILE  
1:100 / 1:1000



CROSS SECTION  
1:50



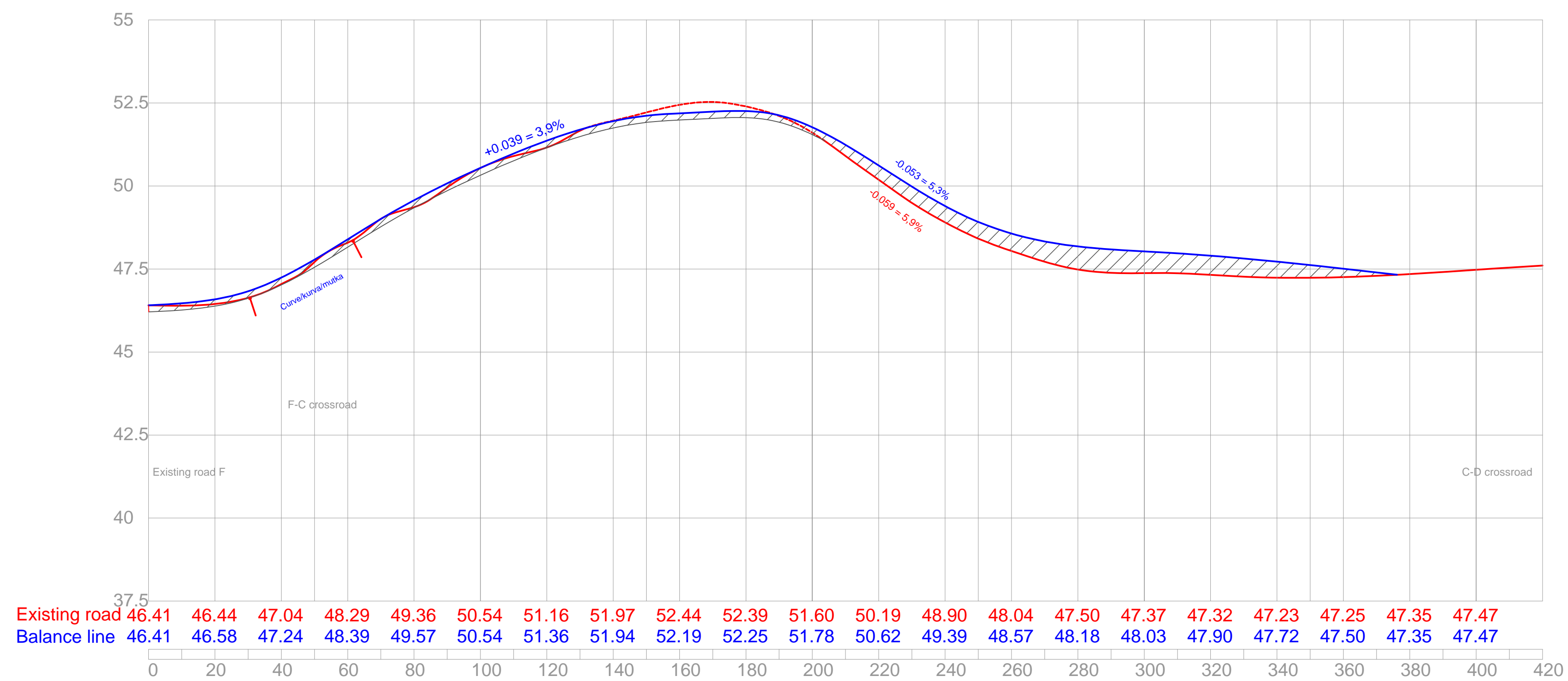
Nr.	Layers	Materials	Thickness
1	Surface course	Crushed gravel 0-32 mm	150 mm
2	Base course	Crushed gravel 0-94 mm	400 mm
3	Geotextil	Fiber	N3 quality

Please observe: Finnish height system N2000

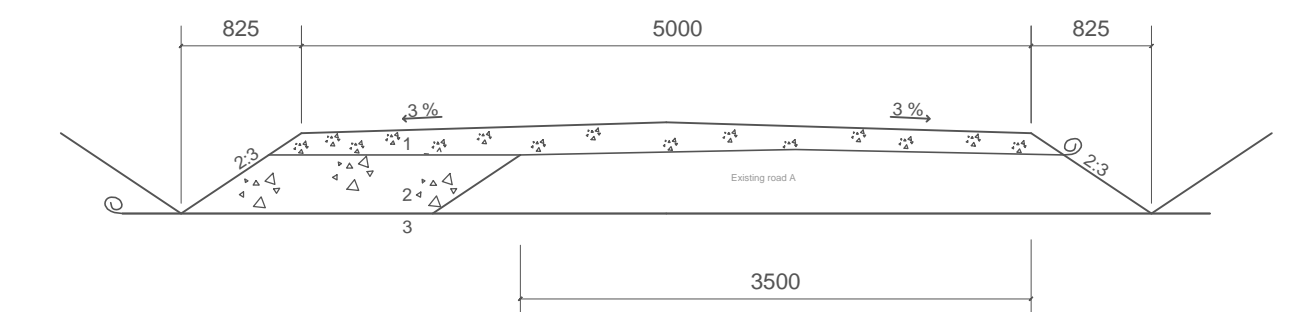
	Mittakaava: 1:100 / 1:1000	Hyväksytty: _____
	Hanke: Storböfet Nykarleby/Vörå Municipality	
	Nimike: Access road New road, WEA15 Longitudinal profile, Cross section	
PROKON Wind Energy Finland Oy Yrittäjänkatu 13, FIN-65380 Vaasa	Laadittu/muokattu: Päivämäärä: 03.02.2014 Nimi: S.Bjelic	Tulostettu: 19.05.2014



LONGITUDINAL PROFILE  
1:100 / 1:1000



CROSS SECTION  
1:50



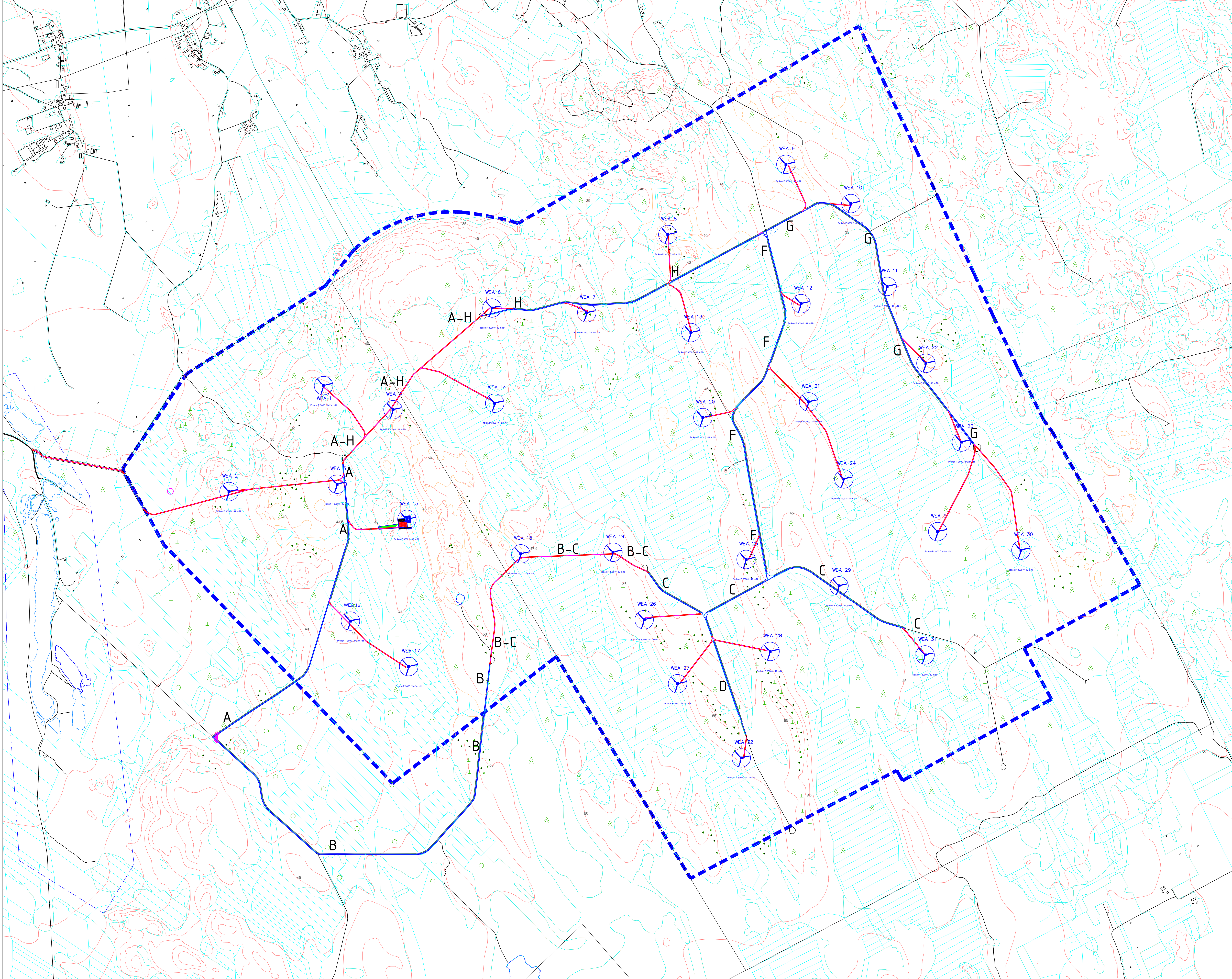
Nr.	Layers	Materials	Thickness
1	Surface course	Crushed gravel 0-32 mm	200 mm
2	Base course	Crushed gravel 0-94 mm	400 mm
3	Geotextil	Fiber	N3 quality

Please observe: Finnish height system N2000

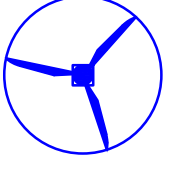
	Mittakaava: 1:100 / 1:1000	Hyväksytty: _____
	Hanke: Storbödet Nykarleby/Vörå Municipality	
	Nimike: Access road Existing road, C-F crossroad Longitudinal profile, Cross section	
PROKON Wind Energy Finland Oy Yrittäjänkatu 13, FIN-65380 Vaasa	Laadittu/muokattu: Päivämäärä: 03.02.2014 Nimi: S.Bjelic	Tulostettu: 19.05.2014





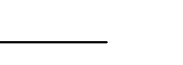



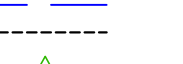











**WEA 5** windmills number



windmills position

Prakon P 3000 / 142 m 94 type / tower height

-  old centerline
-  watercourse
-  levelline
-  new roads centerline
-  new roads
-  existing roads centerline
-  existing roads
-  side of widening
-  construction yard area
-  construction yard area
-  softwood
-  hardwood
-  big rock
-  rocks field
- A** roads name
- 40 level height

Mittakaava: 1:8000	Hyväksytty:
Hanke: Sörbötet Nykarleby/Vorå Municipality	
Nimike: Situations plan Existing roads-new roads	
PRACON Wind Energy Finland Oy Yrittäjänkatu 15, FIN-65380 Vaasa	Laadittu/muokattu: Päivänäärä: 04.12.2012 Nimi: S.Bjelic
	Tulostettu: 18.05.2014