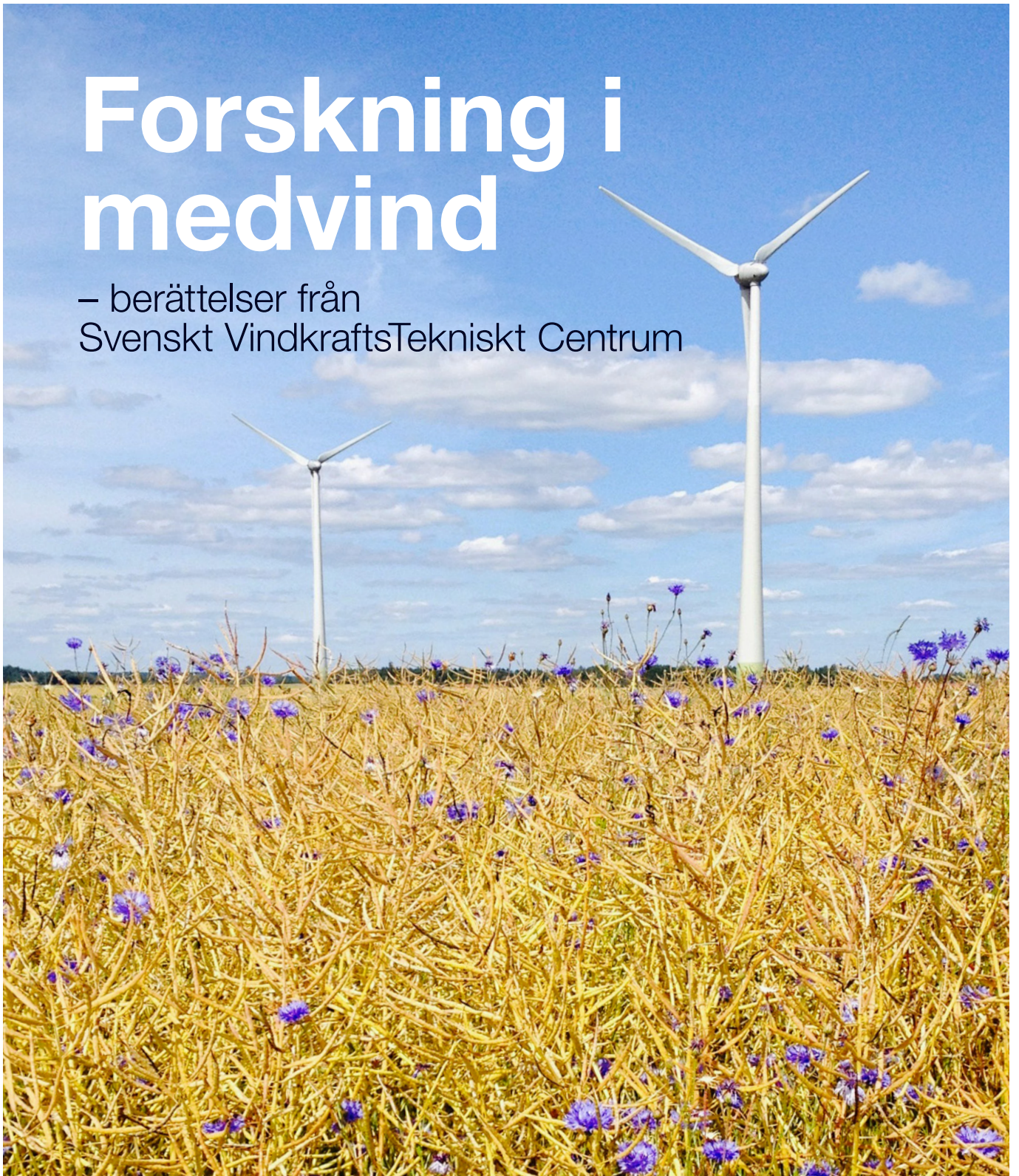


Forskning i medvind

– berättelser från
Svenskt VindkraftsTekniskt Centrum



Vind och
inte otur

Nytta med
wow-faktor

Frekvensomriktare
löser svårigheter

Smartare tillsammans



Foto: Göteborg Energi, Göteborg Wind Lab

VI MÅSTE BLI SMARTARE! Och vi måste bli smartare på så många sätt. På nationella Svenskt Vindkraftstekniskt Centrum, SWPTC, har vi samlat den sorts toppkunskap som nu utgör en del av Sveriges bidrag till vindkraftbranschen, nämligen en *kunskapsindustri*. Med denna kunskap är vi med och bygger framgångsrika företag, skapar varor och tjänster för både vår egen marknad och den internationella. Vi är med och bygger nödvändig kunskap.

VI MÅSTE BLI SMARTARE I HUR VI EFFEKTIVISERAR VINDKRAFTVERK, kraftöverföring och underhåll. Vindkraftens driftskostnader är en sak som fortfarande kan minskas. När vinstmarginalerna ökar – tack vare smartare teknik – stiger investeringsviljan och i slutändan sjunker elpriset för oss som enskilda konsumenter. Därför lyssnar vi inom SWPTC på industrins frågeställningar och anpassar vår forskning efter verkliga behov. Genom detta nära samarbete kan vi alla också se nyttan av när kunskap, praktik och ekonomi verkar tillsammans.

VI MÅSTE BLI SMARTARE I HUR VI HANTERAR VÅR JORD. En snabb omställning till grön energi kan inte vänta. I Sverige har vi bestämt att all vår energiproduktion ska vara förnybar till år 2040. Vindenergi är en av nycklarna till detta. Möjligheterna och potentialen för detta område är enormt. Vi tror på vindkraft. Vi tror på kunskap. Vi tror på vår jord.

VI MÅSTE BLI SMARTARE TILLSAMMANS. På vårt forskningscentrum ser vi den konkreta nyttan av att flera discipliner arbetar tillsammans, samtidigt. Tillsammans förmår vi mer. När vi på SWPTC nu går in i vår tredje etapp, kommer ett sådant samarbete att stå i fokus. Både mellan akademiska discipliner och ihop med industrin. I den här populärvetenskapliga skriften vill vi berätta för ännu fler om hur vi hittills har tänkt och gjort – tillsammans.

Ola Carlsson, föreståndare
Sara Fogelström, koordinatör
Matthias Rapp, ordförande

Innehåll:

	Utmattningsenheten: en viktig kunskap		Ny lösning i trånga utrymmen	
	6		8	
Test av vingar i lovande bransch		Vortex – en fjäder i hatten		Krymper oceanernas giganter
9		10		12
Vind och inte otur – så kan Sveriges vindkraftflotta gå för fullt			Snart flyger vingarna upp	
14		16		
Vibrationer berättar hur drivlinan mår		Fångar in slumpen		Nytta med wow-faktor
17		18		19
Möjligt skapa goda vindlägen i svenska skogar		Supertunn oljefilm svar på gåta		
20		22		
Använd vindkraftverkens egen kompetens		Frekvensomriktare löser svårigheter		Smartare service i stiltje
23		24		25
Med ny kunskap i botten		Stabilt med ny forskning		
26		27		

Vi behöver fler aha-upplevelser!

Föreståndare Ola Carlson är stolt över att SWPTC har ett nära samarbete mellan teori och praktik, akademi och industri. Nu hoppas han på fler aha-upplevelser – också hos allmänheten.

När den ena parten inser nyttan av den andra partens arbete, går all utveckling framåt. Och att se nyttan av vindkraft är en viktig pusselbit när Sverige ska ställa om till 100 procent förnybar energi till 2040.

Foto: Anna Wallin, Chalmers tekniska högskola

– **VI BEHÖVER FLER** aha-upplevelser som innebär att en vindkraftägare kan se att ett lagarbete kring kunskap i slutänden leder till bättre affärer. Går ett vindkraftverk längre och mer oproblematiskt finns det mycket att tjäna i slutänden. Samma sak gäller för allmänheten; med förståelse och bättre pris per kilowattimme kommer fler att säga aha och förstå varför vi måste ha så många vindkraftverk som snurrar, fastslår Ola Carlson.

HAN ÄR BITRÄDANDE PROFESSOR och Svensk VindkraftsTekniskt Centrum, SWPTC, föreståndare och har så varit sedan starten. Med stolthet över det samarbete som präglar Centrumets arbetssätt leder han nu det vidare in i dess tredje fas. Denna gång med målet att skapa en ännu bredare förankring mellan olika forskningsdiscipliner.

– Vi jobbar med både teori och praktik. Vi är ute i verkligheten och mäter och sedan åker vi hem och räknar. Vi kan lyfta våra teorier, simulera, göra experiment och mäta i full skala. Vi har hela registret i vår forskning!

UNDER VÅREN FLYTTAR CHALMERS eget vindkraftverk till Björkö, och att som forskningscentrum ha en egen forskningsanläggning som man fritt kan disponera, är en styrka som också är tämligen unik, konstaterar Ola.

På SWPTC har man också lyckats skapa nära relationer med industrin.

– Industrin förmedlar vilka behov som finns, sedan plockar vi upp frågeställningarna och gör forskning av dem.

På så vis skapas tydliga, konkreta värden för alla inblandade parter.

– Samtidigt behöver forskning också ske mer långsiktigt, där man ser bortom det dagsaktuella och ut i ett vidare perspektiv.

PÅ SWPTC STÅR TEKNISK forskning i fokus och de resultat man nått har publicerats och presenterats i såväl svenska som internationella sammanhang.

– Vår forskning håller internationell nivå, även om vi som aktör inte är så stor. De kommande åren vill vi arbeta ännu mer internationellt, finnas med på den internationella marknaden i olika projekt, säger Ola.

SWPTC MEDVERKAR DÄRFÖR I ORGANISATIONER som European Research Alliance, European Academy of Wind Energy och IEA. Genom dessa kontaktnät kan forskning ske och rön presenteras med en ännu bredare förankring.

– Vi behöver utbilda nya generationer ingenjörer som kan vindkraft och som kan stödja svensk och internationell industri med kunskap, betonar Sara Fogelström, SWPTC:s koordinator.

– Globalt är vindkraft idag en stor marknad som växer snabbt. Det finns goda möjligheter att skapa både ekonomisk tillväxt och nya jobb tillfällen i Sverige kring detta, fortsätter Sara och konstaterar att Sverige har några av dagens ledande tillverkare inom delsystem till vindkraftverk.

INOM RAMEN FÖR ETAPP TRE kommer forskningen att fokuseras på större vindkraftverk och parker för placering i skogs-, fjäll- och havsmiljö. Ämnesområden som att kunna förutsäga och beräkna laster, optimerad drift, förebyggande underhåll och kostnadseffektiv integration i elnät, kommer att behandlas. Framstående svensk systemforskning, som den som sker på forskningscentrumet, har hög relevans för näringslivet.

– Nyttan blir tydlig när vi arbetar i nära samverkan med våra industripartners. Det är en förutsättning, fastslår Ola.

SWPTC

- Startade 2010. Etapp två avslutades under hösten 2018 och etapp tre inleddes januari 2019.
- Har ett omfattande samarbete med 26 industripartners samt olika forskningsinstitut.
- 35 projekt har genomförts under de två första etapperna.
- Publicerade 38 artiklar under den andra etappen.
- Har lett till åtta doktorsavhandlingar.



Utmattning en viktig kunskap

– Ett vindkraftverk är i princip ett enda stort utmattningsmaskineri. Därför är kunskapen om utmattningsdimensionering så viktig, betonar projektledaren Anders Wickström. Nu finns en ny, snabb beräkningsmetod.

Bild: SeaTwirl



Ett vindkraftverk utsätts för stora laster, något som det är a och o att ta hänsyn till vid konstruktionsarbete. Till skillnad från i princip alla andra maskiner är belastningen på ett vindkraftsverk extremt: Till exempel, ett blad utsätts för böjning varje varv och med 15 varv per minut i 20 års tid blir uppreningarna ovanligt många. Dessa cykliska laster, när materialet böjs på en specifik punkt om och om igen, leder till en teknisk utmattning.

DE BERÄKNINGSMETODER SOM hittills legat till grund för dimensionering av komponenter till vindkraftverk, har huvudsakligen byggts på kunskap om horisontalaxlade verk på land. Att då bygga vertikallaxlade och dessutom till havs, som svenska SeaTwirl gör, innebär inte bara stora utmaningar utan också om sökandet efter nya metoder.

I ETT PROJEKT HAR ANDERS, tillsammans med forskare på Rise och Chalmers, tagit fram en snabb metod anpassad för utmattningsdimensionering vid olika vindvillkor på SeaTwirls verk. – Det är till och med en mycket snabb metod. Ska man göra ständiga förändringar för att optimera strukturen, måste det gå fort. Med vissa förenklingar kan vi nu på en kvart beräkna vad som annars skulle ha tagit månader att räkna ut, säger Anders.

NÄR VINGARNA PÅ ett vindkraftverk snurrar ett varv, varierar lasten påtagligt. Totalt sett uppvisar dock vingarnas varv en cyklicitet som är repeterbar, vilket är en förutsättning för den förenklade beräkningsmetodiken. När nu börsnoterade SeaTwirl går från ett första prototypverk på 35 kW, till ett större på 1MW, används det nya verktyget.

– Tack vare att vi tidigare har arbetat med utveckling av vindkraftverk i Sverige finns det förutsättningar för den här typen av projekt. Utan det skulle vi ha behövt börja från början. SWPTC har framgångsrikt hjälpt ett svenskt företag att vidareutvecklas. Nu kan metodiken användas i fler sammanhang, också för horisontalaxlade verk.

Projekt:

Analysmetodik för utmattningslaster i vindkraftverk (TG4-23)

Projektledare:

Anders Wickström,
anders.wickstrom@ri.se

Partners:

Rise, SeaTwirl, Chalmers



Ny lösning i trånga utrymmen

Ett nytt hjälpmedel har sett dagens ljus: En metod för att byta kablar inuti de långa, smala vingarna på ett vindkraftverk. Innovationen löser ett problem som tidigare inneburit långa driftstopp.

Foto: Lars Liljenfeldt, RISE Sicomp

En vinge på ett vindkraftverk sitter inte bara sisådär 100 meter upp i luften. Den kan också vara 50 meter lång, och tillgängligheten inuti dem innebär att servicepersonal i bästa fall kan krypa in till mitten av dem. Sedan blir utrymmet för trångt. Men inne i vingarna sitter många kablar som är vitala för driften.

– Idag ser vi problem med avisningssystem på de verk som är lite äldre, över tio år. De tidiga systemen är inte lika fullt utvecklade som idag och ibland går de sönder, berättar Lars Liljenfeldt.

I DET PROJEKT han leder har man studerat olika reparationsmetoder. Inte minst i norra Sverige är det viktigt med avisning för att vindkraftverken inte ska riskera att behöva stå stilla eller skadas, till följd av is på vingarna. Samtidigt utsätts kablagen inuti dem för slitage och

utmattning. I samband med reparationer står vindkraftverken ofta stilla under längre perioder och ibland måste vingarna först monteras ned till marken. Något som innebär stora kostnader.

– Det här bidrar till att hålla igång våra verk på ett effektivare sätt!

– Vi behövde hitta en lösning för att komma åt i de yttersta 20 meterna av en vinge. Det vi skapade var en liten 'vagn' som kan manövreras hela vägen. På så vis kan vi ersätta kabel i vingen utan att vare sig behöva montera ned vingar eller stänga verket under lika lång tid som tidigare, konstaterar Lars.

MED DEN NYA tekniken för trånga utrymmen har man prövat att laminera fem meter kabel i ett 50 meter långt vindkraftsblad, med gott resultat. – Det här bidrar till att hålla igång våra verk på ett effektivare sätt!

Projekt:

Ökad tillgänglighet på avisningsutrustning på blad till vindkraftverk (TG6-21)

Projektledare:

Lars Liljenfeldt,
lars.liljenfeldt@ri.se

Partners:

Swerea Sicomp (numera en del av Rise), Skellefteå Kraft, Blade Solutions

Test av vingar i lovande bransch

300 miljarder kronor. Så mycket beräknas den årliga marknaden vara värd inom ett par års tid, för tillverkare av rotorblad till vindkraftverk. Svenska Winfoor är med i leken.

Bild: Winfoor



Winfoor har sina rötter i Lunds universitet och har under ett antal år utvecklat en helt ny typ av rotorblad, Triblade. Till skillnad från andra blad på marknaden är Triblade utvecklat för att möjliggöra mindre, lättare och delbara vingar. Det skulle underlätta i alla led, allt från lägre kostnader i tillverkningen till enklare transporter och montering, menar projektledaren och vd:n Rikard Berthilsson. – Det ser lovande ut, konstaterar han.

DE TREDELADE BLADEN bygger på en helt ny konstruktionsteknik. På sikt skulle modellen kunna användas för att bygga vingar längre än dem som finns idag, vilket krävs när vindkraftverken växer i storlek.

I ETT TIDIGT utvecklingskede testades tribladetekniken i vindtunneln på Chalmers, genom ett projekt i SWPTC:s regi.

– Då kunde vi konstatera att luften strömmade över våra vingar på det sätt som vi hoppats, berättar Rikard.

HAN FRAMHÅLLER ATT det är bra att det finns ett centrum för samarbete kring vindkraft, där forskning och specialkompetens kan samlas.

WINFOORS UTVECKLINGSRARBETE HÅLLER nu på att skalas upp och under 2019 är tanken att man ska göra större försök, finansierade av EU.

Projekt:

Triblade rotorblad förstudie (TG2-21)

Projektledare:

Rikard Berthilsson,
rikard@winfoor.com

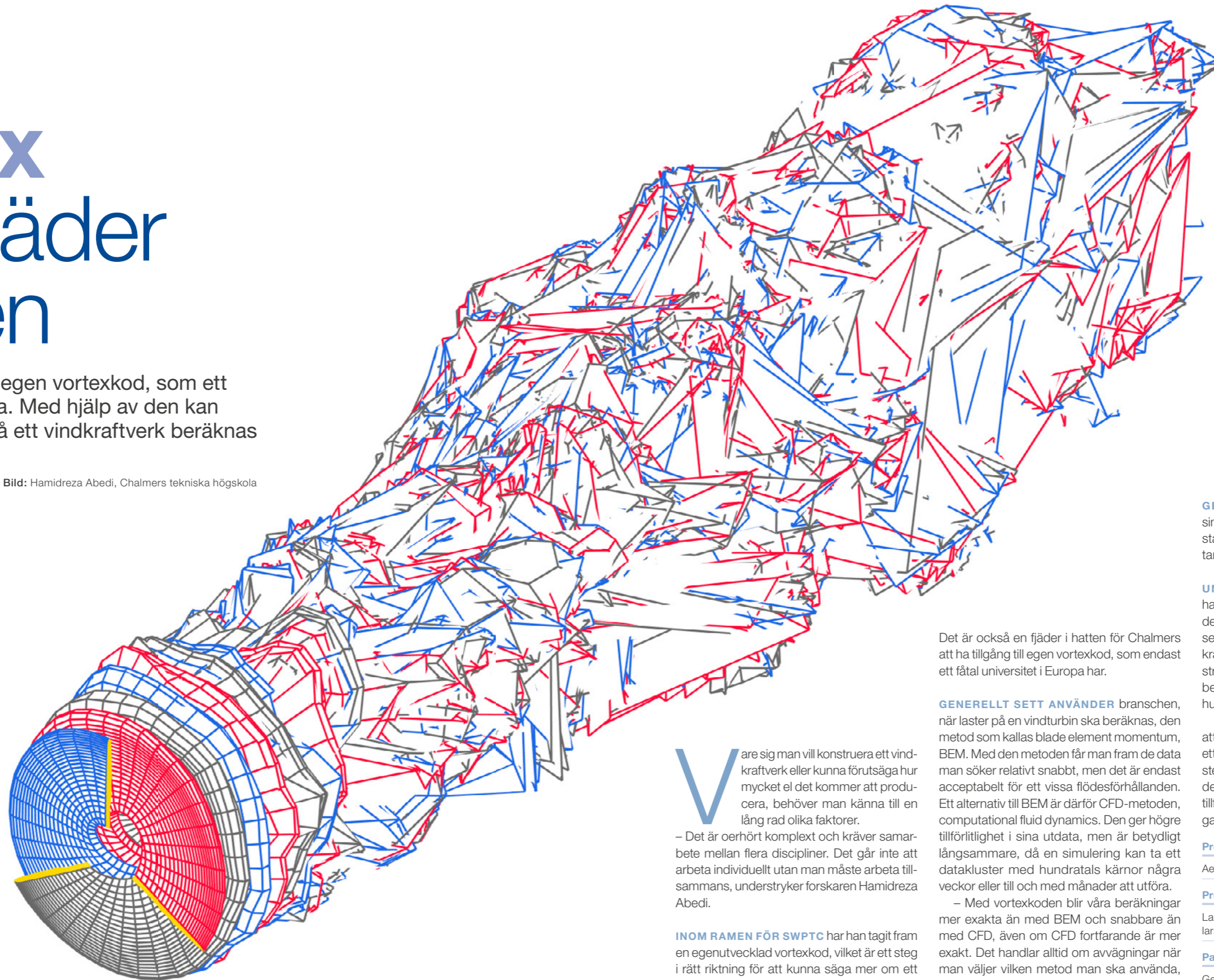
Partners:

Winfoor, Chalmers

Vortex – en fjäder i hatten

Chalmers har utvecklat egen vortexkod, som ett av få universitet i Europa. Med hjälp av den kan aerodynamiska laster på ett vindkraftverk beräknas på ett bättre sätt.

Bild: Hamidreza Abedi, Chalmers tekniska högskola



Vare sig man vill konstruera ett vindkraftverk eller kunna förutsäga hur mycket el det kommer att producera, behöver man känna till en lång rad olika faktorer.

– Det är oerhört komplext och kräver samarbete mellan flera discipliner. Det går inte att arbeta individuellt utan man måste arbeta tillsammans, understryker forskaren Hamidreza Abedi.

INOM RAMEN FÖR SWPTC har han tagit fram en egenutvecklad vortexkod, vilket är ett steg i rätt riktning för att kunna säga mer om ett vindkraftverks sammansatta förutsättningar.

Det är också en fjäder i hatten för Chalmers att ha tillgång till egen vortexkod, som endast ett fåtal universitet i Europa har.

GENERELLT SETT ANVÄNDER branschen, när laster på en vindturbin ska beräknas, den metod som kallas blade element momentum, BEM. Med den metoden får man fram de data man söker relativt snabbt, men det är endast acceptabelt för ett vissa flödesförhållanden. Ett alternativ till BEM är därför CFD-metoden, computational fluid dynamics. Den ger högre tillförlitlighet i sina utdata, men är betydligt långsammare, då en simulering kan ta ett datakluster med hundratals kärnor några veckor eller till och med månader att utföra.

– Med vortexkoden blir våra beräkningar mer exakta än med BEM och snabbare än med CFD, även om CFD fortfarande är mer exakt. Det handlar alltid om avvägningar när man väljer vilken metod man ska använda, konstaterar Hamidreza.

GENOM ATT ANVÄNDA vortexkod för att simulera aerodynamiska laster, får man en mer stabil och robust beräkningsmodell, där man tar större hänsyn till fysikens lagar.

UNDER PROJEKTETS GÅNG har arbetet handlat om att först bygga kod, sedan validera dess funktion genom experimentella jämförelser med verkliga driftförhållanden för vindkraftverk. När resultaten sedan samkörs med strukturella, dynamiska och kontrolltekniska beräkningar, kan man få en komplett bild av hur ett vindkraftverks förutsättningar ser ut.

– Nu har vi en vortexkod som fungerar för att räkna ut aerodynamiska belastningar för ett brett spektrum av turbinförhållanden. Nästa steg skulle vara att skapa ett gränssnitt för alla de här disciplinerna. Vi behöver snabba och tillförlitliga metoder, istället för att nöja oss med gamla arbetssätt!

Projekt:

Aerodynamiska laster på rotorblad (TG2-1)

Projektledare:

Lars Davidson,
lars.davidson@chalmers.com

Partners:

General Electric, Chalmers

Krymper oceanernas giganter

Mycket av vindkraftens framtid finns till havs. Genom svensk företagsutveckling och avancerad forskning finns nu lösningar för flytande plattformar, som är effektiva både i drift och produktion.

Bild: Hexicon

Ute i de stora havsdjupen finns goda förutsättningar att bygga stora vindkraftverk. En utmaning har dock länge varit hur man bäst gör flytande plattformar. Svenska Hexicon har utvecklat en triangulär plattform, avsedd för två verk. Vindkraftverken monteras förskjutet i förhållande till varandra och det tredje hörnet används för förankring med linor i havsbotten.

PROBLEMET NÄR VINDKRAFTVERK står nära varandra är att det bildas virvelvindar med luftvakar bakom. Det är ett fenomen som man kan iakttä även i landbaserade vindkraftparker, där verken i första raden har högre produktion än de bakom. Vid anläggning till havs, som kostar mycket pengar, är det därför önskvärt att kunna använda plattformar så effektivt som möjligt. I ny forskning har man nu kunnat visa att plattformen kan göras mindre än vad man först trodde.

– Plattformar till havs är som gigantiska monster. De kan vara 120 meter breda. Om man kan minska en plattformens sida med 20 procent, finns det väldigt mycket att spara när en anläggning kan kosta bortåt 100 miljoner kronor. Har man då en vindpark med kanske 30 plattformar blir besparingen enorm, säger forskaren Hamidreza Abedi.

HEXICONS NÄTTARE KONSTRUKTION har många fördelar, har forskarna kunnat se. Styrkan med en flytande plattform är att vindens komplexa rörelser delvis kan kompenseras, då kraftverket kan vrida sig efter vinden på den flytande plattformen. Det inte bara maximerar energiutbytet, utan när verket girar minskar också skaderisker, till följd av laster på enskilda komponenter. Samtidigt rör sig plattformen på grund av vågornas rörelser, vilket gör beräkningarna mer komplexa. Med två verk på samma plattform uppstår interaktion dem emellan. Detta ställer tekniska krav på hur turbinen bör vrida sig i vinden och här pågår också forskning för att hitta nya positioneringssystem. I utvecklingsprojektet kommer de nya resultaten att gå vidare in som data i fortsatt forskningsarbete.

Projekt:

Analys av flytande vindkraftsparker (TG4-22)

Projektledare:

Lars Davidson,
lars.davidson@chalmers.se

Partners:

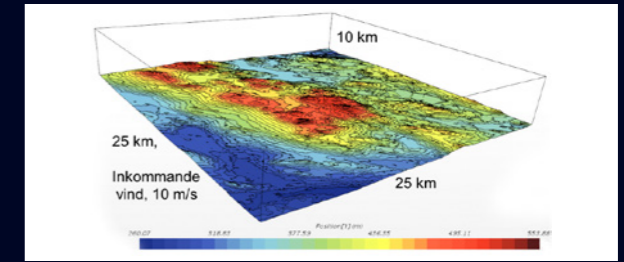
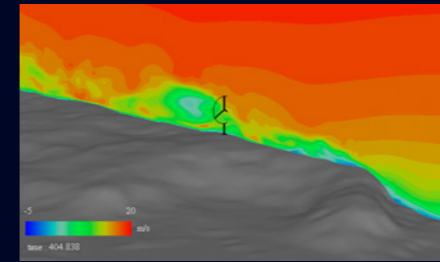
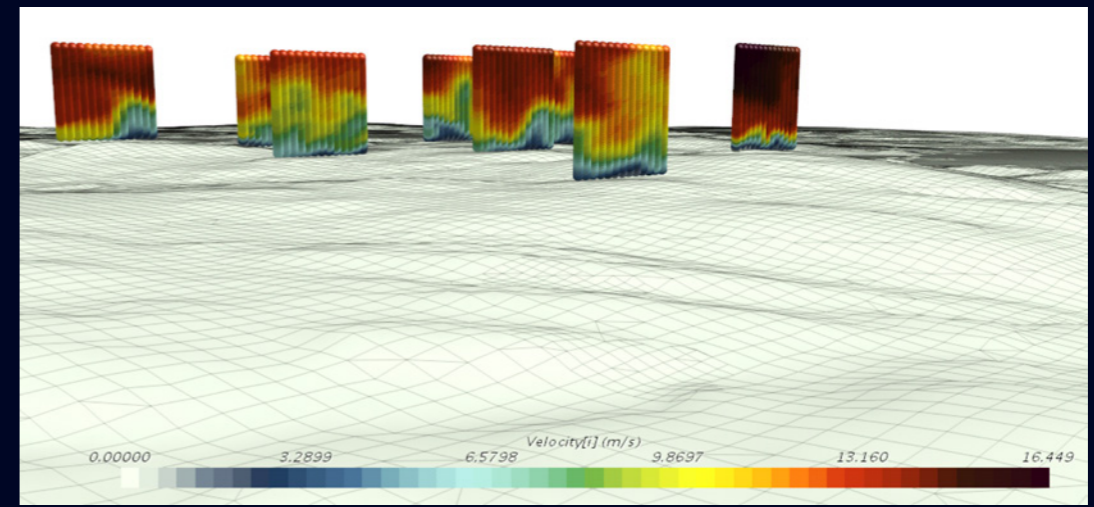
Hexicon, Chalmers



Vind och inte otur – så kan Sveriges vindkraftflotta gå för fullt

Varför går vissa vindkraftverk sönder oftare än andra? I SWPTC:s stora honnörprojekt om svåra driftsförhållanden, har man nu kunnat bevisa att det faktiskt inte handlar om ”otur” utan om vindens flyktiga natur.

Bild: Hamidreza Abedi, Chalmers tekniska högskola



Somliga vindkraftägare har haft otur genom åren: Verken har gått sönder och drabbats av stillestånd, långa produktionsstopp och kostsamma reparationer. I synnerhet är det växellådor som slutat fungera. I ett fall har en ägare tvingats byta så många som tre växellådor på nio år, på ett och samma verk. Ändå har förklaringen ”vissa drabbas mer av otur än andra”, varit den som ägare fått av vindkraftstillverkare, säger SWPTC:s föreståndare Ola Carlson.

– Tillverkarna har förklarat för sina kunder att ett fel kan ha många orsaker; kanske otur i gjutningen i fabriken eller materialbearbetningar som varit svåra att utföra. Detta visar att det är svårt att veta varför växellådor egentligen går sönder.

DET KRÄVDES OMFATTANDE studier för att få en mer entydig förklaringsmodell. Det handlar nämligen inte om otur, den saken är klar.

FÖR ATT KOMMA FRAM TILL detta har en mängd parametrar bokstavligen kartlagts – mycket handlar om beräkningar av de lokala förutsättningarna i förhållande till områdets topografi. Var ett vindkraftverk står, helt enkelt. Kartor har varit en viktig utgångspunkt och med hjälp av dem har topografin identifierats, såväl höjdskillnader som huruvida kringliggande mark är skogbevuxen eller består av öppna fält. Dessa data har sedan lagts till befintliga vindmätningar varefter aerodynamiska beräkningar har kunnat göras.

– Vindens hastighet är aldrig densamma över rotorns hela area. När man räknar ut ett

vindfält för ett vindkraftverk så handlar det oftast inte om beräkningar som följer en snäll, rak linje, konstaterar Ola med ett leende.

HAR MAN ÅTTA VINDKRAFTVERK i en park, finns det i praktiken också åtta individuella vindfält som alla skiljer sig från varandra.

– Då gäller det att vara duktig på att räkna, för att kunna förutsäga hur förutsättningarna för de olika verken ser ut. Datorm får svettas en del, om man säger så.

CHALMERS STORDATOR har tuggat igenom de många parametrarna – och resultatet förvånade forskarna.

– Vi har kunnat se att vinden pendlar mycket mer än vad vi förväntade oss. På utsatta ställen slår vinden från sida till sida. I ena stunden snedblåser det 15–20 grader åt ena hållet, i nästa stund är det 15–20 grader från det andra. Det kan även blåsa snett uppåt.

Tänkbara åtgärder i utsatta vindlägen

Sänk märkeffekten. Även om man sänker med så mycket som 15 procent blir inte de totala förlusterna lika stora, eftersom verk endast går med full effekt tio till 15 procent av årets timmar.

Lokalt vindfält. En aerodynamisk analys av topografin är klokt att göra redan vid projektering inför etablering. Detta ska göras för varje verk i en vindpark, inte bara vid en enda vindmast, som är rutin idag. Att köpa tjänster från experter på topografi är en god investering.

EN STOR DEL AV FÖRKLARINGEN till fenomenet finns i topografin. Alla hinder, som bergknallar och branter, påverkar det enskilda verkets vindfält, liksom hur det står i förhållande till andra vindkraftverk. Ett verk som utsätts för dessa ständigt växlande vindar får märkbart större mekanisk last på sin växellåda, än ett verk som står i närheten i annan terräng!

– De laster vi ser på vissa av de här verken passar helt enkelt inte in i standardberäkningar. De är extra mycket belastade. Och det i sin tur indikerar ju också att standarden för vindkraftverk är lite väl optimistisk för ett verk i komplex terräng, framhåller Ola.

Parallellt pågår nu vidareutveckling av beräkningsmodeller för hur växellåda och andra mekaniska delar i maskinhuset slits av kastvindarna.

– Det gäller ju att vi sorterar in platsen för ett vindkraftverk i rätt vindklass. I våra beräkningar ser vi att turbulensen ökar när terrängen är

kraftigt kuperad. Vi har också kunnat konstatera att vid en viss lastnivå åldras verken inte särskilt mycket, men passeras den nivån bara en aning så åldras det mycket snabbare. Nu vill vi koppla ihop den där magiska gränsen till vindkraftverkets märkeffekt. Då kan vi föreslå en sänkning av effekten vid svåra vindförhållanden.

På Västgötaslätten finns förutsättningar för att hålla sig under den gränsen, eftersom det är stora öppna fält där en jämn vind drar fram, till godo för vindkraftverken. Mer svårberäknliga vindar finns exempelvis i Dalarnas kuperade landskap där verken tar mer stryk, menar Ola.

– Därför måste tillverkarna ta höjd och dimensionera verk och delar efter var verket ska stå, på ett mer noggrant sätt än vad som görs idag.

I modeller kan man simulera resultat för varje enskilt verk i en park. Ett sätt att bemöta kastvindars påverkan på en växellåda, kan vara att sänka vindkraftverkets märkeffekt från exempelvis 2 MW till 1,8 MW, för att skydda det.

– Det är en arbetshypotes, några exakta siffror har vi inte än. Poängen är att det inte handlar om några stora produktionsförluster. Även om man sänker med så mycket som 15 procent innebär det inte totala förluster på lika mycket, eftersom verken bara går med full effekt tio till 15 procent av årets timmar.

Att fokusera på laster har visat sig vara en framkomlig väg. Tester styrker teorin. Ola påpekar att den här typen av justeringar inte bör kräva mer än att några parametrar ändras i ett dataprogram, ”gjort på någon minut för den som kan”. På så vis vrids bladen lite tidigare

än vanligt, för att begränsa de mekaniska lasterna från vinden. Fler delar som man behöver bedöma utmattning av, är fundamentet som också påverkas av de mekaniska lasternas spridning.

– Därför behöver man redan i gjutningen dimensionera för de lokala förhållandena. Där har vi inga resultat än, men de kommer.

– Jag skulle vilja åka runt till alla verk för att mäta och räkna på dem. Till somliga skulle jag kunna säga ’kör för fullt’. Till andra skulle jag rekommendera att de sänker märkeffekten med 20 procent. Det tror jag verkligen skulle vara ett bra sätt att köra Sveriges vindkraftflotta på ett optimalt sätt!

Hur drivsystem med generator och frekvensomriktare påverkas av exempelvis åsknedslag på nätet, är ytterligare parametrar att ta hänsyn till, eftersom detta i sista änden också påverkar hur länge växellådan klarar sig. Beräkningarna visar dock att detta inte är ett problem så länge som kopplingen mellan generator och växellåda har viss mjukhet i sin konstruktion.

– Ett brett samverkansprojekt som detta, med representanter för aerodynamik, strukturmekanik, konstruktionsteknik, el och regler-teknik, är viktigt för att komma framåt. Under ett antal år har vi övat på att bli duktiga var för sig.

Nu behöver vi slå våra påsar ihop. Det krävs för att vi ska bli duktiga tillsammans, utbrister Ola.

Ett samarbete även med industrin är viktigt, då installation av nya givare som mäter lasterna mer frekvent än idag skulle vara fruktbart, menar Ola och hans kolleger. Med mätningar minst en gång i sekunden blir exaktheten i beräkningar av laster högre.

– De flesta talar om livslängden på vindkraftverk. Vi pratar om hur lång livslängd ett enskilt vindkraftverk har, beroende på var det står. Det är toppar som åter livslängd, inte ett medelvärde, fastslår Ola och understryker betydelsen av att kunna göra det:

– Jag skulle vilja åka runt till alla verk för att mäta och räkna på dem. Till somliga skulle jag kunna säga ’kör för fullt’. Till andra skulle jag rekommendera att de sänker märkeffekten med 20 procent. Det tror jag verkligen skulle vara ett bra sätt att köra Sveriges vindkraftflotta på ett optimalt sätt!

Projekt:

Vindkraftverk med svåra driftsförhållanden (TGO-21)

Projektledare:

Ola Carlson,
ola.carlson@chalmers.se

Partners:

Röbergsfjället Vind, Rabbalshede Kraft, Skellefteå Kraft, Awind, SKF, NCC, Chalmers



Hårda fakta om Chalmersverket

Fundament: Betong med förankring i berget

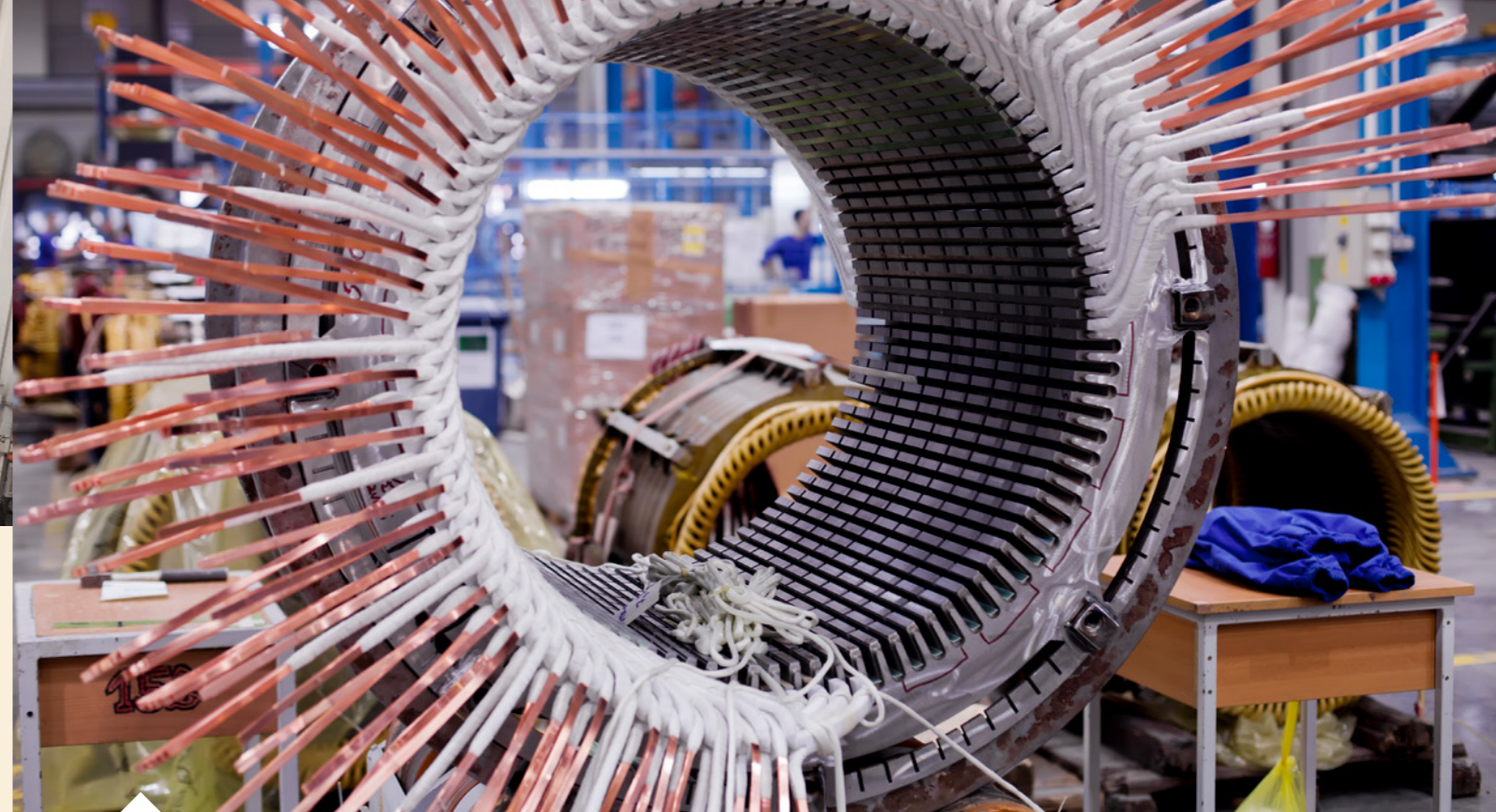
Torn: 30 meter högt trätorn, ny konstruktion från Modvion

Vingar: Kolfibervingar, åtta meter, tillverkade av Marströms Composite

Generator/drivlina: Permanentmagnetiserad, ferriter, direkt driven

Effektbegränsning: Tre individuella elektriska bladvidsystem

Produktion: Ringa – ett forskningsverk som producerar forskningsresultat



Snart flyger vingarna upp

Snart kan Ola Carlson och Magnus Ellsén bära upp kraftverksbladen från källaren, när Chalmers eget verk på nytt ska sättas i drift, i uppdaterad version. Lätta kolfibervingar är bara en av flera nya delar.

Foto: Magnus Ellsén, Chalmers tekniska högskola

Bladen är visserligen åtta meter långa, men väger bara 65 kilo styck. SWPTC:s föreståndare Ola Carlson och forskningsingenjör Magnus Ellsén bär dem utan problem. Själva. – Så är det i kolfibers underbara värld, ler Ola.

KRAFTVERKET HAR VARIT hans och Magnus skötebarn ända sedan det sattes upp första gången, 1984.

– Vi har varit med i alla år och kan verket utan och innan. Det fungerar som en testplattform för oss. Nu knyter vi ihop säcken för Centrumets andra del, genom att färdigställa det nygamla verket.

VÅREN 2019 ÄR DET meningen att det ska ha flyttat från Hönö till Björkö. Med nytt torn, fundament, reglerdator och materialval är det många färskta lösningar som får se dagens ljus.

– Kolfiberbladen är byggda med kunskap från ett av Centrumets tidigare projekt. Att vi

har ett eget vindkraftverk ger väldigt mycket input i vår forskning.

– Alltså, det är ett häftigt projekt. I vår egen forskarhand har vi ett hyfsat unikt verk. Det är för himla bra!

NÄR DET NU BYGGS OM för fjärde gången är det efter en tids stillastående. Att bygga eget verk är ett mastodontjobb som både kostar arbete och pengar. Genom ett nära samarbete med Västra Götalandsregionen möjliggörs projektet som innebär en fjäder i hatten både för Chalmers och Västsverige, eftersom det fungerar som en tämligen unik prototyp för vindkraftutveckling. Driften ger ny kunskap

inom flera discipliner, som aerodynamik, elektronik, strukturdynamik och regler teknik.

– Alltså, det är ett häftigt projekt. I vår egen forskarhand har vi ett hyfsat unikt verk där vi själva kan välja om vi vill testa olika komponenter eller samverka av helheten. Det är för himla bra!

Projekt:

Chalmers vindkraftverk sätts i drift för forskning (TG0-22)

Projektledare:

Ola Carlson,
ola.carlson@chalmers.se

Partners:

Västra Götalandsregionen, Chalmers

Vibrationer berättar hur drivlinan mår

Att byta generator i ett vindkraftverk är ett dyrt och tidsödande arbete. Nu har en ny metodik utvecklats, där fler givare i drivlinan kan signalera, långt innan ett stort fel har uppträtt i generatoren.

Foto: iStock

– Att byta generator i ett vindkraftverk är inte roligt, konstaterar Ola Carlson.

GENERATORN ÄR STOR, tung och placerad i toppen av verket. Att behöva byta den är många vindkraftsägares mardröm. I ett projekt för att modellera verkens elektriska drivlina, har doktoranden Joachim Härsjö och de andra forskarna i projektet lyckats hitta ett sätt som tidigt kan detektera skador och identifiera fel. De har simulerat fel och sedan tagit fram en modell för de vanligaste elfel som uppstår i en generator.

IDAG FINNS TEMPERATURMÄTARE i generatoren men de är ett alltför grovt redskap, har man kunnat konstatera, eftersom de signalerar att fel uppstått, i ett alltför sent skede. Fler temperaturmätare i kombination med mätinstrument för såväl spänningsförändring som vibrationer, ger dock tillsammans möjligheter till en välfungerande och tidig analys.

DET VANLIGASTE ELFELET i generatoren uppstår när kopparrådets isolering slits, då små överslag börjar ske. Går det för långt, uppstår gnistbildning och i värsta fall risk för brand i generatoren.

– En metod för både hängslan och livrem i drivlinan

– Det ska till både tur och skicklighet om en tekniker ska hitta två trasiga trådar bland tusentals andra. Vad vi funnit, är att det går att upptäcka ett fel väldigt tidigt, genom att mäta mekaniska vibrationer, säger Ola.

ÄVEN NÄR BARA ETT FÅTAL trådar har skadats uppstår små störningar i det elektriska momentet. Det i sin tur skapar mekaniska

vibrationer. Med en accelerometer monterad kan man redan då få signal om vibrationsstörningar. Metoden har prövats med gott resultat i Chalmers laboratorier.

– Nu föreslår vi att fler givare installeras i verken, i synnerhet accelerometer. Då upptäcker man fel i lindningarna innan det blir varmt och innan det blir brandskador. Så det är en metod för både hängslan och livrem i drivlinan, kan man säga.

Projekt:

Modeller för elektrisk drivlina för vindkraftverk (TG1-2)

Projektledare:

Ola Carlson,
ola.carlson@chalmers.se

Partners:

Göteborg Energi, Chalmers, General Electric, ABB

Fångar in slumpen

Kan man räkna ut vad slumpmässiga vindar gör med ett vindkraftverk? Med en nyutvecklade metod lyckas man fånga något av det slumpmässiga, för att beräkna hur långt liv ett vindkraftverk kan förväntas få.

Foto: Göteborg Energi, Göteborg Wind Lab

Efter ett projekt om vibrationer i mekaniska konstruktioner vet man nu mer om strukturdynamikens betydelse. En kunskap som kommer den framväxande svenska kunskapsindustrin kring vindkraft, till godo.

EN FÖRUTSÄTTNING NÄR man bygger ett vindkraftverk är att det ska kunna utstå vissa antagna vindförhållanden, under de 20 år som det förväntas kunna arbeta felfritt. Men hur ska man förstå exempelvis hur kastvindar påverkar en turbinns kvarvarande livslängd, innan det är mekaniskt utmattat?

– Tillverkarna dimensionerar mot vad de förmodar ska hända vindkraftverket. Det gör man efter erfarenhet och antaganden om hur man tror det ska blåsa. Men kastvindar är slumpmässiga, väder är svårt att prognosticera, konstaterar projektledaren Thomas Abrahamsson.

VAD FORSKARNA ARBETAT vidare med är betydelsen av det faktiska utfallet av slumpen som avgörande faktor. Att då göra en livslängdsbedömning för något som arbetar under slumpmässiga, stokastiska väderförhållanden, kräver i vanliga fall omfattande och tidskrävande beräkningar i stordatorer. Genom att effektivisera hur man gör beräkningarna finns nu ett verktyg för att på ett snabbare och enklare sätt analysera återstående livslängd för ett åldrande vindkraftverk.

MED DEN NYA, fördjupade kunskapen, där hänsyn har tagits till både fysiken och praktiken, kan nu ingenjörsvetenskapen i nästa steg utveckla sin design ännu bättre.

– Med ökad insikt om förutsättningarna har vi förfinat metoderna som faktiskt tar bäring på nästan allt som vibrerar på grund av ett slumpmässigt fenomen, menar Thomas.

– Därför kan det komma till nytta också för till exempel bilar och järnväg. Vi har ju faktiskt inte fullständig koll på hur marken ser ut, där tåg och bilar rullar fram. Där spelar slumpen oss också spratt!

Projekt:

Validering av strukturdynamiska komponentmodeller vindkraftverk (TG4-1)

Projektledare:

Thomas Abrahamsson,
thomas.abrahamsson@chalmers.se

Partners:

General Electric, Chalmers

Nytta med wow-faktor

Göteborgsföretaget Greenbyte gör vindkraft mer lönsamt, med hjälp av smart mjukvara. Företaget har vuxit snabbt – när behovet av billigare produktion och omställning till förnybar energi inte längre kan vänta.

Foto: GreenByte

D et började som en idé hos några vänner på Chalmers. Greenbytes vd Jonas Corné ägnade masteruppsatsen i industriell ekonomi åt vindkraft, med Ola Carlson, förestandare vid Svenskt Vindkraftstekniskt Centrum vid Chalmers, som handledare. Idag pendlar Jonas mellan wow-känslan över att på bara några år ha byggt upp ett internationellt företag med 70 anställda, och frustrationen över att det inte går ännu snabbare.

– När vi skapar värde för våra kunder, de som äger vindkraftverk, ökar deras lönsamhet. Och om lönsamheten ökar i branschen kommer omställningen till förnybar energi att gå ännu snabbare. Jag tror att alla underskattar klimat-hotet! Som individer märker vi inte de små förändringar som sker dag för dag. Omställningen till förnybara energikällor måste gå ännu fortare, säger Jonas med betoning på stavelserna.

– När man mäter vinden, mäter man ju faktiskt framtida kassaflöden.

TEKNIK, PENGAR OCH KLIMAT hänger samman. När Greenbyte började sin verksamhet handlade arbetet huvudsakligen om mätning av vindlägen och förprojektering.

– När man mäter vinden, mäter man ju faktiskt framtida kassaflöden, fastslår Jonas.

På några år fanns kunderna över hela världen, och nu efterfrågade de fortsatt datainsamling vid sina nyanlagda verk. Företaget tog då fram mjukvara för övervaknings- och analys-system, och växte snabbt. Med den nya mjukvaran följde att Greenbyte hade tillgång till stora

mängder data, idag från så mycket som sju procent av Europas verk plus andra delar av världen.

– Det kändes som att vi skulle kunna använda datan för att nästan se in i framtiden! Om vi gjorde mer av denna data, skulle kunderna ska kunna generera ännu mer energi från sina verk. Med mjukvara som gör att kunden producerar mer förnybar energi, går omställningen till det förnybara samhället snabbare, upprepar Jonas.

DÅ VÄNDE SIG FÖRETAGET TILL SWPTC, vars betydelse Jonas understryker; både som nationell kunskapsbas och som ett nav för västsvensk vindkraftutveckling. Dessutom var hans egna erfarenheter från Chalmers så lustfyllda, att han och kollegerna i Greenbyte gärna sökte möjligheter till ett samarbete. Baserat på data från alla givare på kundernas vindkraftverk, ville de förutspå hur länge komponenter, inte minst växellådor och generatorer, skulle hålla.

De slog sina påsar ihop med befintlig forskning kring slitage av komponenter. En given förutsättning var att ett schemalagt produktionsstopp, för att ersätta slitna komponenter, ökar värdet för turbinägaren, jämfört med produktionsstopp som inte är schemalagda. I forskningsprojektet tillsammans med Chalmers har den stora mängden data jämförts med kunskapen om komponentslitage och en tjänst som nu kallas Greenbyte predict, har utvecklats.

– Att SWPTC finns är viktigt för att bygga branschkunskap. Vi har anställt flera personer därifrån och samarbetat i ett antal forskningsprojekt och examensarbeten. Annars finns den typen av kunskap mest i utlandet. Det behövs för att bygga framgångsrika företag i Göteborg, säger Jonas som numera också har anställt doktoranden som utvecklade konceptet.

Med den nya tjänsten blir den som köper vindkraftverk också mindre beroende av leverantörernas serviceavtal, som utgör en avsevärd del av kostnaden för en ägare. Därmed konkurrerats ut branschen, till godo för en snabbare utveckling, menar Jonas.

– Genom att 'se in i framtiden' kan vi förutsäga när komponenterna går sönder.

– Genom att 'se in i framtiden' kan vi förutsäga när komponenterna går sönder, öka tillgängligheten till verken, öka produktionen och konkurrerats ut avtalerna ägarna har med leverantörerna. Jag är övertygad om att ju lönsammare det blir, desto mer kommer det att investeras i branschen!

Projekt:

Last- och riskbaserad underhållsstyrning för vindkraftverk (TG5-1)

Projektledare:

Ola Carlson,
ola.carlson@chalmers.se

Partners:

Göteborg Energi, Chalmers, SKF, Connected Wind Services





Möjligt skapa goda vindlägen i svenska skogar

När de bästa vindlägena börjar ta slut är det dags att hitta nya. Vindkraft i skog är ibland problematiskt, men genom att skapa gläntor kan man lösa problemet – med enkla åtgärder kan svåra vindlägen bli goda!

Bild: Johanna Matsfelt, Chalmers tekniska högskola

Sverige har vi gott om skogsmark, men där slits vindkraftverk tyvärr ofta ut i förtid. Ett verk som står skogsnära tar mer skada än ett som står i öppnare landskap. Erfarenhetsmässigt vet man redan att de går sönder oftare, inte minst växellådor behöver bytas mer frekvent. Nya data visar nu att utmattningsslasterna på bladen på ett verk som står i skog kan vara så mycket som 300 procent högre än normalt. Det innebär ett problem för ett land som Sverige där två tredjedelar av ytan är skogsbevuxen.

I TVÅ PROJEKT HAR dels förutsättningarna för vindkraftverk i skog kvantifierats, dels har man undersökt möjliga tillämpningar av denna kunskap. Resultaten öppnar för nya möjligheter med till synes enkla grepp.

– Jag hoppas att man i framtiden kommer att vilja hugga ut gläntor i skogen. Det skulle öka vindhastigheten, minska turbulensen och därmed minska kostnaderna för underhåll. Samtidigt ökar produktionen av elektricitet, även på platser som annars inte har så 'snälla' förhållanden för ett vindkraftverk, säger doktoranden Johanna Matsfelt.

I PROJEKTEN HAR MAN, med nya tillämpningar av befintliga metoder, registrerat hur

turbulensen varierar under en sammanhängande tid. Det har resulterat i att man nu kan ge en mer exakt beskrivning av de laster som en turbin utsätts för, vilket i sin tur fortplantar sig vidare till växellåda och lager.

– Tidigare har man inte räknat på lika noggranna data över hur enskilda 'vindpustar', påverkar lager. Nu har vi kunnat få fram luft rörelser kring hela verket, trycket på alla dess ytor. Allra mest 'ont' gör det i navet. Där är det böjande momentet som störst, säger projektledare Lars Davidson.

FENOMEN SOM ÄR TYPISKA för skogslandskap är bland annat en speciell turbulens, till följd av värmeväxlingar. Varm luft stiger ju i allmänhet, men i skogen håller stammar och blad kvar värmen. Detta orsakar turbulens ovanför skogen. Efter simuleringar vet forskarna också mer om hur vinden över trädkronorna betar sig, beroende på vad det är för slags skog.

– Många intresserar sig mer för modeller än för verkliga resultat. Men vi har fokuserat på kunskapen om värmelagring i skog, den typ av turbulens som uppstår där, utifrån verkliga mätningar. Sedan har vi jämfört med olika typer av gläntor för att se vad som skulle vara mest fördelaktigt för elproduktion och vindkraftverk, berättar Johanna.

MED DEN NYA FÖRSTÅELSE och kunskap man fått fram, finns förutsättningar för turbin-tillverkare att ännu bättre kunna dimensionera komponenter och på så sätt höja livslängden på dem. Johanna är entusiastisk:

– I framtiden kommer vi i Sverige att behöva placera de flesta nya vindkraftverk i skog. Skapar vi gläntor, kan vi styra vinden på ett fördelaktigt sätt. Jag hoppas att vi genom mätningar kommer att kunna ge konkreta förslag till ägare, hur de ska hugga ut dessa gläntor för att få bättre elproduktion.

Projekt:

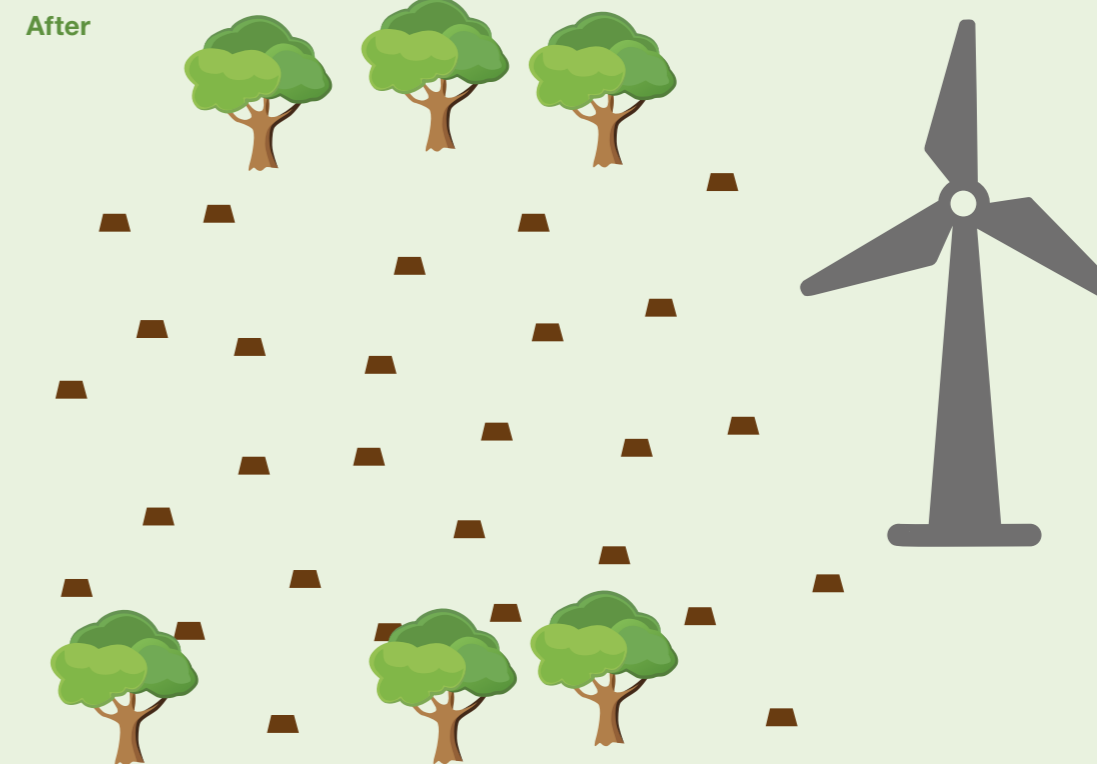
Vindkraft i skog: Utmattning och livslängd (TG2-2) och Vindkraft i skog – påverkan av skogsgläntor (TG2-22)

Projektledare:

Lars Davidson,
lars.davidson@chalmers.se

Partners:

Meventus, Stena Renewable, Nordex Energy, Göteborg Energi, Chalmers



Supertunn oljefilm svar på gåta

Lagerskador är ett jättestort problem för vindkraftbranschen. Även små överslag av ström kan förstöra kullager – så till den grad att driften påverkas. Nu börjar man förstå varför.

Foto: Abhishek Joshi, Chalmers tekniska högskola

Svaret på varför kullager går sönder och orsakar driftstopp skulle kunna finnas i den supertunna oljefilm som smörjer kulorna inne i lagret. Den är inte tjockare än några tusendelar av en millimeter – betydligt tunnare än ett hårstrå.

SMÖRJMEDLET ÄR ELEKTRISKT isolerande. Ändå är det här överslagen sker. Ibland handlar det bara om några volt, ibland upp till några tiotals volt. Men konsekvenserna blir mer långtgående än vad man tidigare kunnat förklara. Genom mätningar på ett mindre lager, i laboratorium, har man försökt förstå vad det är som egentligen händer.

Svaret på varför kullager går sönder och orsakar driftstopp skulle kunna finnas i den supertunna oljefilm som smörjer kulorna inne i lagret.

– Vi har kunnat konstatera att när urladdningar med ström väl gått genom oljefilmen en gång, fortsätter de. Det sker ett sammanbrott i oljan, något förstörs i de isolerande egenskaperna, berättar projektledare Jörgen Blennow.

ATT SMÅ ÖVERSLAG sker vid elproduktion, är vanligt.

– Det handlar ju inte om så mycket ström. Men när den passerar genom en koncentrerad punkt, blir det väldigt varmt just där, konstaterar Jörgen.

KRYPSTRÖMMARNA FÅR METALLEN att smälta och det skapas små kratrar i kullagret. Skadorna fokuserar strömmens vägar ännu mer. Strömtätheten per kvadratmillimeter ökar. Och så fortsätter det.

– Det blir mer och mer skador i lagret, tills det i sin tur skapar mekaniska vibrationer. Och då går det sönder till sist.

I PROJEKTET HAR MAN OCKSÅ testat hur olika parametrar påverkar överslagens uppkomst.

– Vi har försökt att se om vi på mikroskopisk nivå kunde avgöra om det finns ett tröskelvärde där driften är helt säker. Svaren är inte alldeles lättolkade. Men en sak har vi kunnat visa: Den elektriska fältstyrkan är viktig. Det innebär att spänningen i sig inte är lika viktig som det elektriska fältet i oljefilmen.

DET ELEKTRISKA FÄLTET är ett uttryck för spänningen dividerat med avståndet. En tjockare oljefilm i kullagret skulle därmed öka det elektriska fältets storlek – och då minska riskerna. Hur tjockt oljelagret är, påverkas dock i sin tur av faktorer som temperatur, rotationshastighet och föroreningar. Detta har också kartlagts inom ramen för projektet.

Projekt:

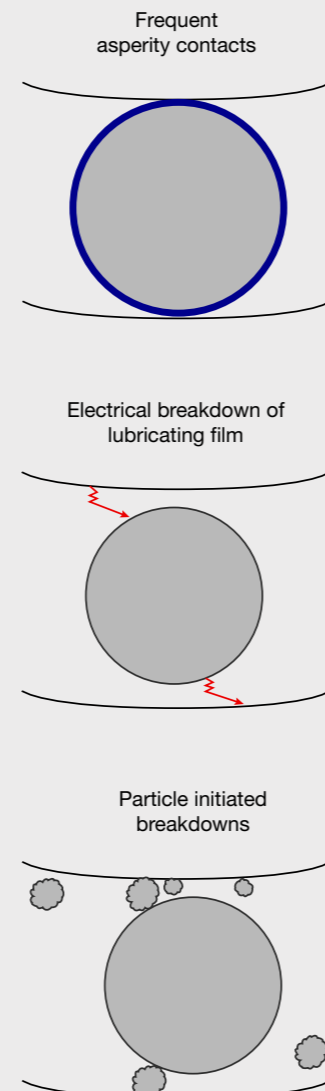
Karakterisering och modellering av lagerströmsaktiviteter, TG5-2

Projektledare:

Jörgen Blennow, jorgen.blennow@chalmers.se

Partners:

Göteborg Energi, Connected Wind Services, SKF, ABB, Chalmers



Använd vindkraftverkens egen kompetens

En riktigt blåsig dag är vindens kraft mot vindkraftverkets axel bortåt 30 ton. Men när och hur verkets komponenter slits ut, har inte självklart samband med vindstyrkan. Nu vill forskarna beskriva varför.

– Det är verkligen stora krafter. Vi vill förstå i vilka situationer som drivlinan slits extra snabbt. Ibland ser vi en snabb utmattning, andra gånger inte alls lika snabb. Vi har studerat vilka komponenter som mest påverkar hur man kan räkna ut detta, förklarar projektledare Håkan Johansson.

NU KAN PROJEKTET PRESENTERA en ny känslighetsanalys som bygger på kvantifierade data. Den visar att det är de olika lagrens styvhet och placering i vindkraftverket som är de viktigaste strukturparametrarna att känna till, för att med god precision beräkna en mekanisk drivlinas livslängd.

EN NYKEL FÖR ATT STUDERA slitage av vindkraftverk, är alltid att se vad som sker vid olika vindförhållanden. Beroende på hur vinden uppträder, påverkas lagren på olika sätt. Axialkrafterna är höga vid stark vind och det tillkommer böjande och sneda krafter som förs vidare längs drivlinan.

ATT DET ÄR TURBULENS och snedanblåsning som har störst inverkan, snarare än vindstyrka, är ett känt faktum. Därför är det också intressant att bättre kunna mäta oregelbunden vind. På vindkraftverkens maskinhus sitter i allmänhet en anemometer, en liten vindmätare. För att förstå vindens stora variationer och påverkan på ett verk, föreslår Håkan att nya mätmetoder utvecklas.

– Vi borde utnyttja vindkraftverkens kompetens. De är ju faktiskt de bästa vindmätarna eftersom de mäter vinden på hela den yta som bladen sveper över, som är större än en fotbollsplan!

EN SÅDAN, MER KOMPLETT, mätning i kombination med en givare vid bladroten, skulle tydligare beskriva den kraft och de moment som förs vidare in i drivlinan. De värdena, i kombination med data om lagren, skulle ge en mer korrekt beräkning av komponenters livslängd.

– När vi får den här kunskapen och skapar förutsättningar för bättre styrning, kan vi räkna ut när verket skadas mer än vad det tjänar in i strömproduktion. På så vis skulle vi kunna skapa en mer gynnsam drift av vindkraft. Det handlar om anpassning.

Projekt:

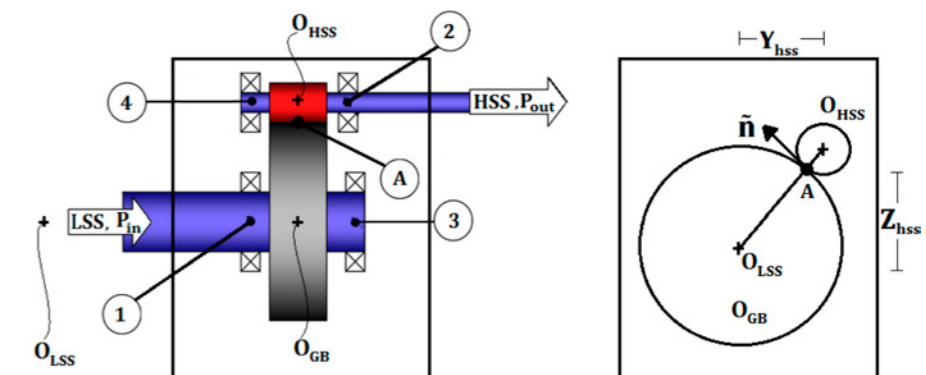
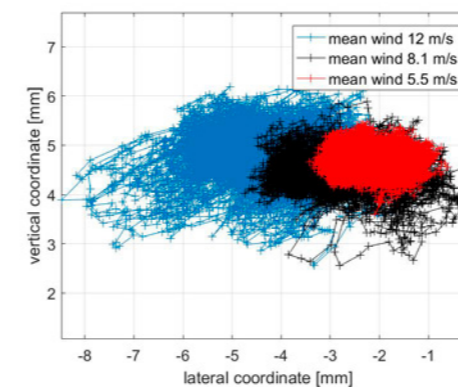
Modellering av drivlinedynamik utifrån data från övervakningssystem (TG3-22)

Projektledare:

Håkan Johansson, hakan.johansson@chalmers.se

Partners:

General Electric, SKF, ABB, Chalmers



Frekvensomriktare löser svårigheter

I vissa länder skjuter man med pil och båge för att kortsluta elnätet, när vindkraftverkens stabilitet mot nätstörningar prövas. Nu finns en mer kontrollerad metod som "skapar elfel" utan att påverka nätet alls.

Foto: Göteborg Energi, Göteborg Wind Lab

För att prova elnätet rekommenderar den internationella standarden att spänningsdippar skapas med hjälp av att motstånd kopplas in mellan elnätet och vindkraftverket. Den metoden påverkar dock elnätet och ger heller inte möjlighet till prov vid olika frekvenser. Att använda frekvensomriktare är en kontrollerad och tillförlitlig metod som inte är invasiv på elnätet. I ett unikt projekt har metoden förfinats.

– I Sverige har vi inte använt lika drastiska metoder som att skjuta metalltrådar med pilbåge över kraftledningar. Men att använda frekvensomriktare i det här syftet, är det ytterst få som har gjort. Nu kan vi visa att det fungerar hela vägen, säger projektledare Ola Carlson stolt.

– Metoden fungerar bra. Vi har provat den på ett sätt som aldrig gjorts i Sverige förut.

NÄR FREKVENSSOMRIKTARE introducerades i vindkraftverk, innebar det ett av branschens större tekniksprång. Att använda dem i det här sammanhanget är dock mycket ovanligt. I ett välvilligt samarbete med Västra Götalandsregionen och Göteborgs Energi har metoden testats med fullskaleförsök på 4 MW-verket Big Glenn i Göteborgs hamn.

– Metoden fungerar bra. Vi har provat den på ett sätt som aldrig gjorts i Sverige förut. Vi skapar spänningsdippar och i praktiken skulle det för en tillverkare räcka att prova ett verk av varje typ fortsättningsvis. I övrigt skulle det räcka med stickprovskontroller, menar Ola.

FÖR ATT KOPPLA ett vindkraftverk till nätet måste det uppfylla fastställda standarder, nätföreskrifter, som visar att det fungerar inte bara under normala förhållanden utan också när

nätet utsätts för påfrestningar som avgrävda kablar eller blixtnedslag längs luftledningar. I Sverige blir det sällan mer än millisekunders störningar, innan strömförsörjningen leds vidare på parallella kablar. Men även korta störningar kan leda till strömrusning i kraftverket, som då stänger av sig.

– Det får inte ske. I värsta fall skulle halva Sverige bli utan el om det inte fungerar. Verken måste fungera. Men frågan är hur man säkerställer att de verkligen tar höjd för den här typen av störningar, säger Ola.

DEN UTRUSTNING MED frekvensomriktare som används, är visserligen dyr och skrymmande, men möjligheterna är stora, eftersom vilka spänningsförändringar och elfel som helst kan testas. I takt med stigande krav från elnätbolagen när vindkraftverken ökar i antal, är det avgörande att effektivare testmetoder som denna tas fram, fastslår Ola.

Projekt:

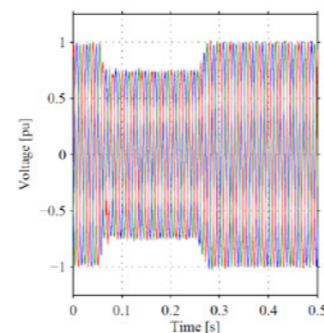
Modellverifiering och provning av vindkraftverk med hjälp av frekvensomriktare som testutrustning (TG1-4)

Projektledare:

Ola Carlson,
ola.carlson@chalmers.se

Partners:

General Electric, ABB, Västra Götalandsregionen, Göteborg Energi, Chalmers



Smartare service i stiltje

Tänk om man som vindkrafttekniker hade en app i mobilen som talade om när man skulle tjäna på att byta reservdelar som ännu inte gått sönder! Snart kan den bli verklighet – allt handlar om matematiska beräkningar.

Foto: Shutterstock

Reservdelar i ett vindkraftverk byts idag antingen när ett kontrakt föreskriver det, eller när något går sönder.

– Om vi i stället kunde stänga av verket i förtid och passa på att byta flera komponenter samtidigt, skulle vi ägna oss åt preventivt underhåll. I bästa fall under perioder när väderprognoserna säger att det ändå inte ska blåsa mycket och produktionen är låg, säger projektledare Michael Patriksson.

I ETT JAS-FLYGPLAN handlar slitaget i motorn om liv och död för en pilot. Med den kunskapen som klangbotten har Chalmers matematiker tagit fram beräkningsmodeller som ligger till grund för det som kan utvecklas till en smidig mobilapp. Principerna för ett optimalt underhåll är ungefär desamma, även om det i vindkraftverksammanhang troligen mer handlar om kalkylerade produktionsförluster än om liv och död.

– När sparar vi pengar på att stänga av verket i förtid?

MICHAEL ÄR BEREDD att ge ett svar med stöd av en matematisk beräkning som omfattar många parametrar. Två modeller, en för hela vindkraftverkets service och en för mindre komponenter, har tagits fram. Den senare, korttidsmodellen, har SWPTC:s forskare fokuserat på.

– När sparar vi pengar på att stänga av verket i förtid?

– Den inkluderar enbart de mest centrala komponenterna som en ägare eller konstruktör vill ha koll på. Genom appen kan man få förutsägelser för vad som behöver bytas inom exempelvis de närmaste två månaderna.

MICHAEL PÅPEKAR ATT SERVICE av ett vindkraftverk ofta omfattar arbete i otillgängliga utrymmen, nedmontering av stora komponenter och tidsödande väntan på allt från

kranar till reservdelar. En indikator som varnar i god tid, tillåter att arbetet kan planeras, bokas och att flera saker kan göras på samma gång. Det innebär en ekonomisk vinst, har Michael Patriksson och hans kollegor kunnat bevisa.

– Du kan inte se med ögat om du tjänar på att byta saker som ännu inte gått sönder. Nu är vi redo att ge ifrån oss den bästa matematiska optimeringsmodell vi kan konstruera. Modellen är snart färdig. Jag hoppas att något mjukvaruföretag kan paketera appen för det vore kul om den fick liv på riktigt.

Projekt:

Optimalt underhåll av vindkraftverk (TG5-21)

Projektledare:

Michael Patriksson,
mipat@chalmers.se

Partners:

Greenbyte, Rabbalshede Kraft, Stena Renwable, Göteborg Energi, Röbergsfjället Vind, Chalmers

Med ny kunskap i botten

Ett vindkraftverk i havet har så många fler utmaningar på sin konstruktion och hållfasthet, än ett verk på land. Men kunskapen om vad och hur, har varit begränsad. Nu börjar man veta mer.

Foto: iStock



När det blåser som värst mot bladen på ett vindkraftverk, vad händer då egentligen nere i fundamentet? Frågan är angelägen för branschen eftersom utgångspunkten är en helt annan än när exempelvis en bro ska byggas. Dessutom ser förutsättningarna för ett verk på land och ett till havs olika ut. När nu den havsbaserade industrin byggs ut, i samband med att världens produktion av förnybar energi ska öka, är kunskapsbyggande en nyckelfråga för alla de som ska konstruera och planera välfungerande turbiner i havet.

FÖRUTOM NYCKFULLA VINDAR, utsätts vindkraftverk till havs för exempelvis is, strömmar och vågor. I projektet Iseawind, med byggjätten NCC som industripartner, har man studerat innovativa lösningar.

– Ett vindkraftverk måste klara förhållanden till havs. Ska vi utvinna energi måste konstruktionen vara robust. Därför blir den här nya kunskapen, om hur man kan bygga bottenfundament, en pusselbit för framtida, hållbar energiförsörjning, säger projektledaren Rasmus Rempling.

PROJEKTET INITIERADES AV NCC som ville se hur betongarbete skulle kunna utvecklas för vindkraft i allmänhet och vindparker till havs i synnerhet. Tidigare har man ofta använt så kallade monopiles, ett metallrör sp, trycks ner i havsbotten, för att förankra vindkraftverk i havsbotten. Nu har man sökt svaret på vad som är ett lämpligt fundament för svenska förhållanden och vilka laster både det och verket i sin helhet, utsätts för. I projektet har man samarbetat med det tyska Leibnizuniversitetet i Hannover. Tillsammans har man genomfört experiment och numeriska analyser för att studera olika typer av brott på materialet samt möjliga laster på olika strukturer.

I PROJEKTET HAR MAN också testat och arbetat med innovativa projekteringsmetodiker, så kallad set-based design. Med set-based design kan man utvärdera väldigt många alternativ och välja rätt teknisk lösning med avseende på miljöaspekter. Metodiken passar såväl havsbaserad vindkraft som landbaserad.

Industripartnern NCC är nöjd och har redan börjat lyfta in delar av resultatet i sin verksamhet.

– Vi ser hur vi både utvecklar individuell spetskompetens inom företaget och hur resultaten innebär nya, kommersiella möjligheter. NCC:s vision är att styra om branschen till de mest hållbara, miljömässiga lösningarna. Projektet passar perfekt med vår vision, säger forsknings- och innovationschefen Christina Claesson-Jonsson.

Projekt:

Iseawind – Innovativa konstruktionslösningar för vindkraftsfundament till havs (TG4-21)

Projektledare:

Rasmus Rempling,
rasmus.rempling@chalmers.se

Partners:

NCC, Chalmers

Stabilt med ny forskning

Högspänd likström, HVDC, är på frammarsch för elkraftöverföring från vindkraftverk där avstånden är stora. Problemet är att turbiner och HVDC-stationer inte talar samma språk. Nu vill man bygga stabilare system.

Foto: Power Cluster



HVDC-tekniken är snabbare, effektivare och billigare när ström från vindkraftverk till havs ska transporteras till land. Det gör att högspända likströmsystem anses vara ett av de mest lämpliga valen för att koppla samman stora, havsbaserade vindkraftsparker med elnätet i de fall då avståndet till nätet är mer än 50 kilometer.

– För att undvika onödiga investeringskostnader i tekniken, krävs en bredare förståelse.

OMVANDLINGEN TILL HVDC sker på en särskild plattform, dit flera verk kan kopplas, vilket innebär en ekonomisk fördel. När kabeln överför likström minimeras dessutom förlusterna jämfört med växelström. Tekniken har även börjat användas på land när transporterna är långa, som i Kina och i några fall i Sverige.

IBLAND UPPSTÅR DOCK oönskade fenomen i olika delar, i Tyskland började det till och med brinna i anslutning till en vindkraftspark, orsakat av problemen med att integrera systemen.

NU HAR FORSKARE UNDERSÖKT hur man ska öka stabiliteten i den annars effektiva överföringsmetoden. Med simuleringar och analyser har man tagit fram riktlinjer, till nytta för industrins olika aktörer: När man förvaltar vindkraftparker, värda miljardtals dollar, måste man inte bara vara noggrann. Man behöver göra rätt från början.

– För att undvika onödiga investeringskostnader i tekniken, krävs en bredare förståelse. Vi ville veta varför vindkraftverket och HVDC-stationen interagerar och hur man minimerar det. Den kunskapen saknades förut, konstaterar Massimo Bongiorno, projektledare.

SLUTSATSEN ÄR ATT INSTABILITETEN vid HVDC-överföring huvudsakligen består av resonans i de elektroniska komponenterna, såväl i turbinen som på HVDC-stationen. Forskningen har kunnat fastställa att regler-systemen är den springande punkten.

– Det finns flera komponenter i regler-systemen som triggar resonanser. Nu när vet vilka de är, vet vi också hur vi ska justera regler-systemen så att resonans kan undvikas. Den här kunskapen om HVDC-interaktion är helt ny, vi har inte sett detta i tidigare forskning, säger Massimo.

Projekt:

Undersökning av dynamiken i vindparksystem med HVDC-anslutning (TG1-21)

Projektledare:

Massimo Bongiorno,
massimo.bongiorno@chalmers.se

Partners:

ABB, MHI Vestas Offshore Wind, Vattenfall, Svenska kraftnät, Chalmers

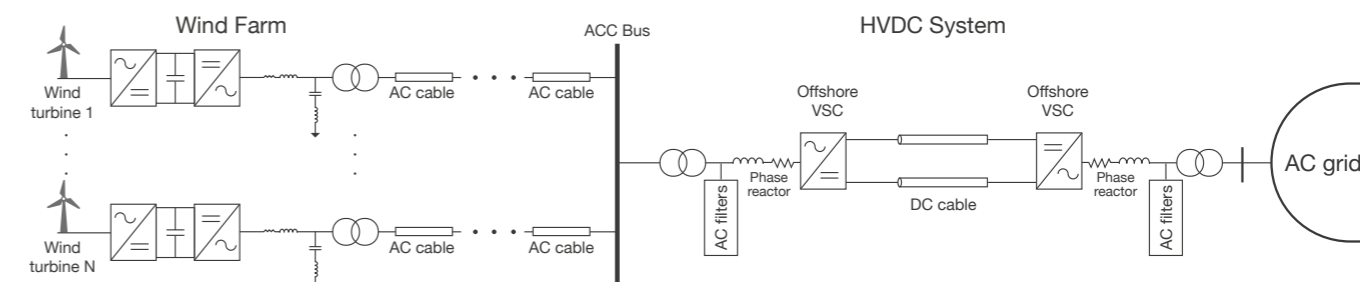


Foto: Anna Hagnell



Svenskt VindkraftsTekniskt Centrum har finansierats av Energimyndigheten samt de akademiska och industriella parterna i Centrumet. Vidare har SWPTC fått stöd från Västra Götalandsregionen. Vi tackar alla våra parter för deras engagemang och stöd.

www.swptc.se