

EN DÆMPER PÅ

EU-Domstolens tvillingetårne går i svingninger, når vinden blæser. Men svingningerne bliver holdt nede af væskedæmpere – skvulpende vand i toppen af kontortårnene. Den danske virksomhed FORCE Technology har udviklet væskedæmperne specielt til EU-Domstolen, og DTU-forskere og -studerende har testet, at de rent faktisk virker.

Når vinden fejer ind over Luxemburg, svajer EU-Domstolens nybyggede tvillingetårne fra side til side. Det kan give søsyge og andet ubehag. DTU Byg har sat domstolen i selvsving for at teste, om en dansk designet svingningsdæmper kan løse problemet.

EU-DOMSTOLEN

HENRIK OLSEN >

Danske forskere rystede EU-Domstolen i 2009. Bogstaveligt talt! I november sidste år satte forskere og studerende fra DTU Byg domstolens 103 meter høje østtårn i mærkbare svingninger. Østtårnet er et af EU-Domstolens to nybyggede kontortårne, og tvillingetårnene udgør et markant vartegn for det vindomsuste Kirchberg Plateau i Luxemburg.

Og netop vinden er årsagen til, at DTU Byg fik domstolen til svaje fra side til side. For vindstød kan sætte højhuse i svingninger, som kan være yderst ubehagelige for personer i bygningerne. Man kan ligefrem blive søsyg af at opholde sig i en bygning, der svinger og svajer for meget i vinden. For at undgå de problemer har domstolen derfor installeret nogle svingningsdæmpere, der er udviklet af den danske virksomhed FORCE Technology, og det var effekten af disse dæmpere, som DTU Byg testede i fem lange novemberdage.

800 kilo stål i svingninger

På næstøverste etage af kontortårnet anbragte forskere og studerende to såkaldte centrifugal-vibratorer, der er udviklet og konstrueret på DTU. Vibratorerne er konstrueret med et svinghjul, hvor op til 400 kg stålmasse er monteret asymmetrisk. Når vibratorerne kører i takt, svinger de 0,8 ton masse fra side til side og får bygningen til at svinge med. Under testen blev vibratorerne sat til at svinge med samme frekvens, som bygningerne normalt vil svinge i, når de bliver udsat for vind. Og det var ikke nogen rutineøvelse:

”Det er første gang nogen sinde, at en bygning af den størrelse er blevet sat i svingninger,” forklarer lektor Christos Georgakis, DTU Byg, som stod i spidsen for testen.

Inden domstolsbyggeriet stod færdigt, havde FORCE Technology testet bygningernes vindfølsomhed på en nedskalaret model i et vindtunnelforsøg. På den måde havde man påvist

behovet for at dæmpe svingningerne. Om DTU-forskernes efterfølgende fuldskalatest af det færdige byggeri siger Aage Damsgaard, teknisk chef i FORCE Technology:

”Det er uhyre værdifuldt at få valideringsforsøg i fuld skala til kontrol af de ting, man laver i lille skala.”

Fordelen ved at udføre denne type fuldskalaforsøg er, at det er muligt at teste den nøjagtige effekt af de svingningsdæmpere, man installerer. For man kan udsætte bygningen for nøjagtig den samme påvirkning før og efter, dæmperne er installeret. Og det var præcis det, Christos Georgakis og hans kolleger gjorde med EU-Domstolens østtårn.

Seks ubehagelige millimeter

Uden dæmperne fik de to vibratorer bygningen til at svinge med op til seks millimeter målt fra det ene yderpunkt til det andet. Eller med en acceleration på omkring tre milli-g, som er den måleenhed, forskerne foretrækker at >>

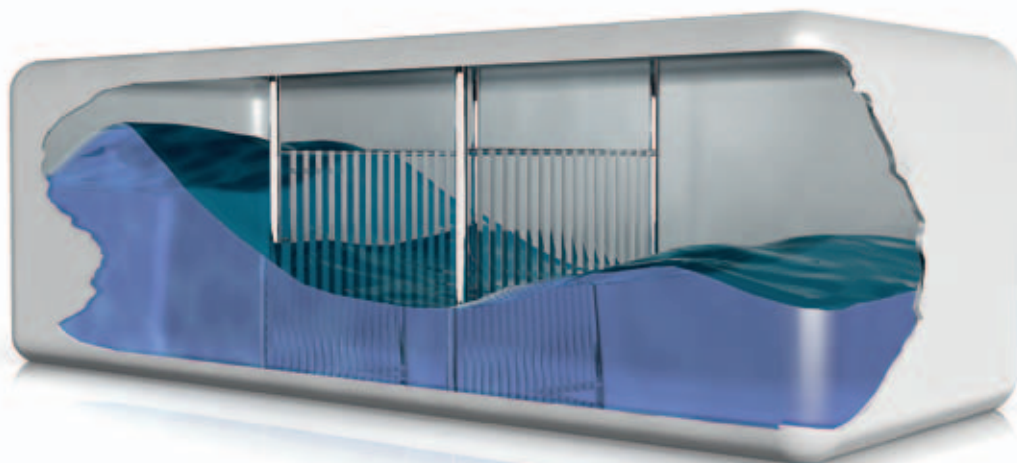


ILLUSTRATION THOMAS HJORT JENSEN

En tunet væskedæmper er en vandfyldt tank. Når bygningen svinger, skulper vandet fra side til side i modtakt til bygningens bevægelser. Væskedæmperen tilpasses den enkelte bygning ved at installere såkaldte baffler, som styrer vandbevægelsen. Dæmperen skal altid placeres så højt som muligt, for det er her, de store udsving sker, og derfor også her, at dæmpningen skal være størst.

>> benytte. Seks millimeter lyder ikke af meget og er da også kun en brøkdel af det, som bygningen ventes at blive udsat for under en rigtig brandstorm. Men det var fuldt ud tilstrækkeligt til, at folk på de øvre etager i bygningen kunne mærke det.

”De fleste tænkte ikke over, at det var bygningen, som bevægede sig. Nogle troede bare, at deres blodsukker var for lavt. Men de kunne helt sikkert mærke det og syntes, at det var ubehageligt,” fortæller Christos Georgakis.

Næste skridt var at installere svingningsdæmperne. I østtårnets tilfælde skete det ved at fylde 70 ton vand i nogle rektangulære tanke på den øverste etage af bygningen. De vandfyldte tanke går normalt under den engelske betegnelse ’tuned liquid dampers’ eller tunede væskedæmpere på dansk. Princippet i en tunet væskedæmper er, at vandet sættes i bevægelse, når bygningen svinger, og så skulper det kontrolleret fra side til side i modtakt til

bygningens bevægelser – på samme måde som et pendul. At de er tunede betyder, at de er konstrueret til primært at dæmpe den svingning, der vurderes som den mest uønskede for den pågældende bygning. I EU-Domstolens tilfælde er det en svingning med en acceleration på 15 milli-g, som forventes at opstå ved storme, der i gennemsnit optræder et par gange hvert århundrede.

Succes og eftertanke

Christos Georgakis var oprindeligt selv en af hovedkræfterne bag udviklingen af svingningsdæmperne i sin tidligere stilling som projektleder hos FORCE Technology. Som lektor på DTU skulle han dernæst stå i spidsen for afprøvningen af svingningsdæmperne i funktion. Han var derfor spændt på udfaldet af testen, som blev udført på østtårnet, efter væskedæmperne var fyldt med vand. Men testen forløb planmæssigt.

”I bygningens svage retning, som vi

var mest fokuserede på, blev svingningerne dæmpet 5,5 gange i forhold til bygningernes indbyggede dæmpning. Det var en enorm forøgelse af dæmpningen, så det var en stor succes,” fortæller Christos Georgakis.

Men det var ikke udelukkende en succes. I den mere stive retning blev svingningerne kun dæmpet med en faktor to, og det var skuffende for DTU-lectoren, selv om svingninger i den retning ikke er et problem, for de vil aldrig komme op på accelerationer, som er ubehagelige.

”Et andet problem var, at kun omkring 50 af de 70 ton vand rent faktisk kom i bevægelse og dermed var aktive i svingningsdæmpningen,” forklarer Christos Georgakis.

I stedet for at ærgre sig benyttede Christos Georgakis imidlertid de negative sider af testen til at overveje en videreudvikling af væskedæmperen.

”Det fik mig til at overveje, hvordan jeg kunne udvikle et system, der ville fungere ens i alle retninger, og hvor en

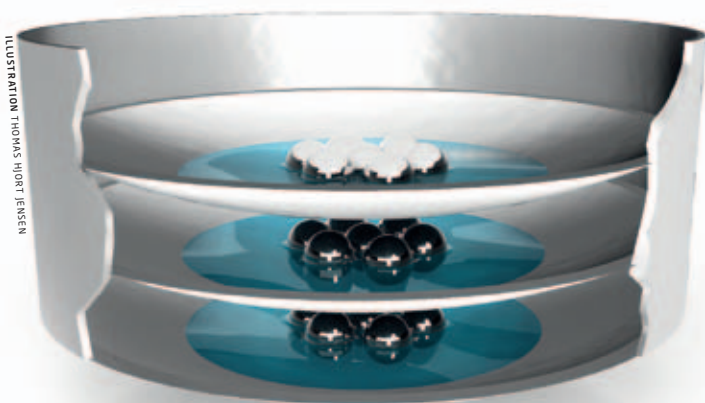


ILLUSTRATION THOMAS HØRST JENSEN

En sfærisk væskedæmper til vindmøller skal både dæmpe langvarige, små svingninger og kortvarige, men kraftige impulsbelastninger. En kombination af vand og stålkugler kan i denne patenterede udgave løse problemet. Svingningsdæmperen er udviklet på DTU Byg.

større del af væsken deltog i bevægelsen,” fortæller han.

Resultatet af overvejelserne blev en ’sfærisk tunet væskedæmper’. Principet er det samme, men i stedet for en rektangulær tank er der tale om en halv- eller kvartkugleformet tank, hvor vandet kan svinge ens i alle retninger. Og denne logiske løsning er der faktisk ingen, der tidligere er kommet på. Derfor har Christos Georgakis nu søgt verdenspatent på sin sfæriske væskedæmper. Og han ser mange anvendelsesmuligheder.

”Telemaster, tv-tårne, kontrolltårne i lufthavne og vindmøller. Ved alle høje konstruktioner, hvor man har ensartede bevægelser i alle retninger, kan man benytte den,” forklarer han.

”Det er bestemt interessant at arbejde videre med,” vurderer Aage Damsgaard, FORCE Technology. ”For når man bygger højere, så er man nødt til at tænke i forskellige dæmpningsarrangementer for at få acceptable forhold.”

Også hos vindmølleproducenten

Vestas kan man se potentialet i den sfæriske væskedæmper.

”Jeg ser Christos’ dæmper som en meget enkel og pragmatisk løsning, der ikke har de store pladskrav. Jo større vindmøller, des større dæmpere kræves der. Og der har de sfæriske dæmpere en fleksibilitet og nogle muligheder, som man ikke har ved standard-dæmpere,” fortæller Peter Sigfred Mortensen, udviklingsingeniør i Vestas.

To i én-løsning

I tilfældet med vindmøllerne mener Christos Georgakis, at man skal stable kugleskallerne oven på hinanden, så de kan være inden i den slanke møllekonstruktion. Og så forestiller han sig, at man både bruger vand og stålkugler. Vandet skal dæmpe de vedvarende svingninger, der altid opstår i en vindmølle, mens stålkuglerne skal banke ind i siden af møllevæggen og modvirke impulsbelastningen i form af det pludselige ryk, der opstår, når vindturbinen starter og stopper. Begge belast-



FOTO DEN EUROPÆISKE UNIONENS DDHSTOL

ninger slider på vindmøllen og betyder dyr vedligeholdelse. I Vestas er man enig i, at begge problemer skal løses.

”Det fornemme vil være at kombinere de to dæmpere, så man på en prisbillig måde kan dæmpe begge belastningstyper,” siger Peter Sigfred Mortensen, som mener, at der først og fremmest er behov for at eftervise, at impulsbelastningen bliver tilstrækkeligt dæmpet, inden den nye type dæmpere kan komme på tale i Vestas’ vindmøller.

Og den udfordring tager Christos Georgakis gerne op.

”Jeg er ved at udvikle et rystebord, hvor vi tester dæmperen på en nedskalaret vindmølle, så vi kan vise, at det kan lade sig gøre. En optimeret sfærisk væskedæmper vil være meget effektiv,” lover han.

Så inden længe vil en kæmpemølle i miniformat få en rystende oplevelse i DTU-forskerens laboratorium. <

! YDERLIGERE OPLYSNINGER

Lektor Christos Georgakis
cg@byg.dtu.dk