

Træk i træet og se hvad det duer til

TRÆPLEJE. Trækmålinger er en af flere metoder til at bedømme træers stabilitet, men måleresultaterne er svære at tolke. Metoden blev i sommer testet på en gammel bøg

Af Christian Nørgård Nielsen

Når man skal vurdere et træs stabilitet og sundhed, kan man lave en visuel analyse, bruge resonnanshammer, bore huller i stammen eller bruge scannere med akustiske eller elektriske impulser. Men man kan også bare hive i træet og se hvad det kan holde til uden selv at skade træet. Lave en trækmåling.

Metoden blev testet den 22. juni på en gammel bøg på Slots- og Kulturstyrelsens areal i Sorgenfri hvor Harald Schmidt fra Norge og Peter Müller fra Argus Elektronik i Tyskland viste deres ens Picus-udstyr. Træet har haft flere frugtlegemer af kæmpepore-svamp mellem rodudløbene, og styrelsen har derfor overvejet hvor stor en risiko træet er.

Trækmålingen er udviklet i Tyskland i 1990'erne. Man slår en strop om stammen et stykke oppe og trækker til via en wire og et håndspil. Træet udsættes nu for belastninger, bl.a. et bøj på stammen og et træk i rodudløbene modsat trækket. Forskellige måleapparater viser hvor meget. På et dynamometer kan man samti-

dig se hvor stort trækket er. I det testede grej er udgangspunktet at anbringe måleapparater på rodudløbene og se hvor stor en hældning rod-kagen trækkes op til.

I forhold til vindkraften

Udgangspunktet er ikke at skade træet. Det antages at man ikke gør hvis rod-kagen højst trækkes op til en hældning på 0,25 grader. Ved denne hældning måler man træk-kraften på dynamometeret.

Den målte kraft sammenholdes derefter med den vindkraft der påvirker det beløvede træ. Vindens kraft beregnes på grundlag af kronens tvær-snitsareal og en vindhastighed på 27,5 m/sek. Det svarer til vindstyrke 10, storm (24,5-28,4 m/sek). Er den målte kraft på dynamometeret højere end vindkraften, består træet.

Metoden kan godt levere den ønskede viden hvis den anvendes og tolkes korrekt. Navnlig Argus' Picus apparatur fungerer overbevisende og leverer gode data. Men djævelen ligger i detaljerne, så der skal megen erfaring og biologisk indsigt for at få pålidelige svar. Et eksempel er at rodud-

løbene under testen ikke ydede samme modstand. To rod-anløb ydede stor modstand end det tredje ved samme kraft. Betyder det er der er råd eller ødelagte rødder ved det tredje rodudløb?

Da metoden også er teknisk omstændelig, er der ofte bedre og billigere alternativer. Jeg anvender i reglen impuls-tomografi der giver et billede af råddet i stammen og resistograf (boring) på horisontal-rødderne.

Denne vurdering er ikke kun baseret på den aktuelle test. Jeg har selv i mit doktorarbejde og i senere projekter lavet trækmålinger på cirka 200 træer. Metoden er i øvrigt sammen med andre metoder til rodundersøgelse beskrevet i Grønt Miljø 8/2014.

Ikke skade rødderne

Et tvivlsspørgsmål er hvor den kritiske grænse er hvor man ikke skader træets rødder, altså undgår rodsprængninger. Normalt kan man registrere rodbevægelser længe før. Og ofte vil man registrere rodsprængninger længe før hele rod-kagen begynder at løfte sig. Men sådan er det ik-

ke altid, og det afhænger også af hvor på roden der måles.

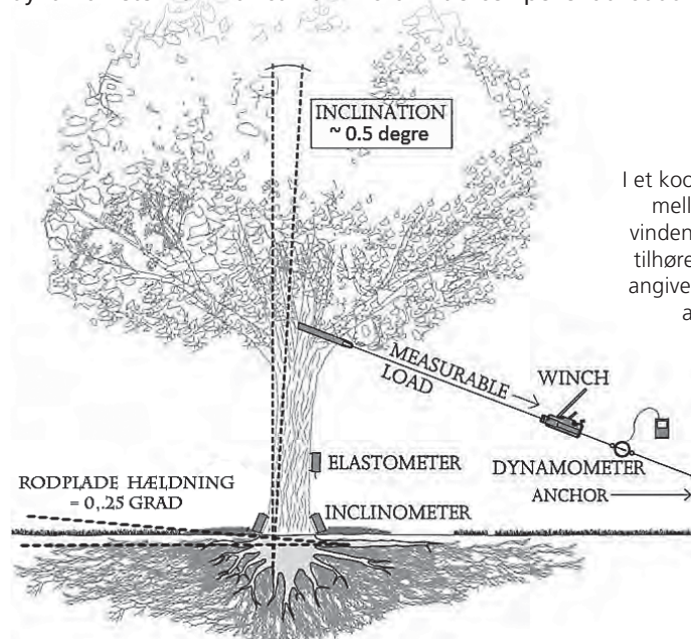
Serier af finrodssprængning er det bedste generelle mål for hvornår man nærmer sig den kritiske grænse. Kun hvor træet i forvejen har en løsnet rod-kage, kan rod-kagen hæve sig før rodsprængning. Metoden kan derfor forfines betydeligt ved at tilkoble en jordmikrofon der viser hvornår der sker sprængninger i roden.

En forudsætning for trækmålinger ved 0,25 grader rod-hældning er endvidere at rødderne - eller i hvert fald rod-kagen - udgør et stift system og bevæger sig som én samlet klods. Denne forudsætning holder heller ikke altid. Tolkningen afhænger derfor af hvor stiv rod-kagen faktisk er.

Den stive rod-kage

Rod-kagens stivhed afhænger bl.a. af træarten, hvor træet gror og hvor tykke støtterødderne er. Røddernes stivhed afhænger nemlig af rodens diameter i 4. potens.

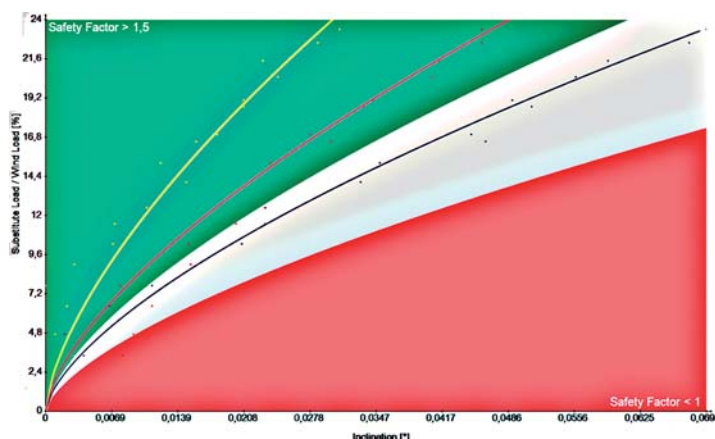
I destruktive trækmålinger kan man efter en vis træhældning se at rodsystemet har en drejningsakse som rodsyste-met vipper om. Afstanden



Trækmålingen gennemføres med håndspil og wire, mens man måler kraften på dynamometeret. Man måler samtidig påvirkningen på træet. Det kan man gøre flere steder, men i den testede metode måles der på rodudløbets bevægelser for at se hvor meget rod-kagen vipper op.

Til beregning af vindens kraft på træet måles trækronens tvær-snit fotogrametrisk.

I et koordinatsystem angives forholdet mellem trækmålingens moment og vindens kraft op ad Y-aksen, mens de tilhørende værdier for rodhævningen angives på X-aksen. En kurve for hver af de tre rodbevægelsesmålere.





Det undersøgte træ i Sorgenfri Slotspark med Peter Müller og Harald Smit.

mellem aksens og stammens midte, kan man kalde rodsystemets stivhedsradius. Inden for denne radius opdeler roden sig i mange rødder med meget variabel størrelse og stivhed. De mindre rødder bøjers ofte meget når træet falder, mens de store støtterødder

der danner en mere stiv, men dog bevægelig rodtallerken.

Både rodsystemets stivhed og drejningsaksens placering er meget afhængig af hvor stor de dominerende rødders afsmalning er i de første 100 cm fra stammen.

Sænkerodssystemer med

langsom afsmalning har tykke rødder 50-100 cm fra stammen og drejningsaksen skydes langt væk fra stammen. Det ses mest hos træer på mosebund. Træer med hurtig afsmalning på rødderne, f.eks. bøg, har derimod drejningsakse næsten ved stammens basis. Jo mere fladgrundet rodvækst, desto længere ud flyttes drejningsaksen fordi støtterødderne kompenserer og bliver tykkere ved mangel på dybe rødder.

Rodarkitekturen skal med

En væsentlig detalje er hvor man fastgør rodbevægelsesmåleren. Det hænger sammen med rodens arkitektur der kan variere meget fra træ til træ, selv tæt på træet. Varierende jordbundsforhold kan spille en rolle, så nogle rodudløb er

kraftigere end andre.

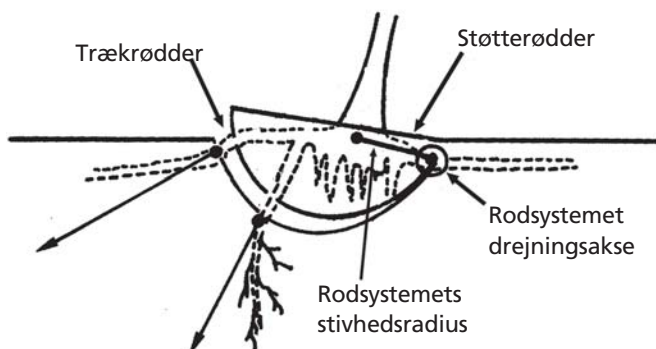
Desuden får blæst kronen til at rykke i rødderne, både op og ned, sideværts og frem og tilbage. Især støtterødderne tæt på træet er konstant udsat for bøjninger. Rødderne danner derved asymmetriske tværsnit på grund af det reaktionsved der dannes som respons på bevægelserne.

Røddernes horisontale fordeling er også asymmetrisk. I et forsøg med bøgetræer var 40% af horisontalrøddernes biomasse i bare én kvadrant, mens kun 15% af røddernes biomasse fandtes i den mindste kvadrant.

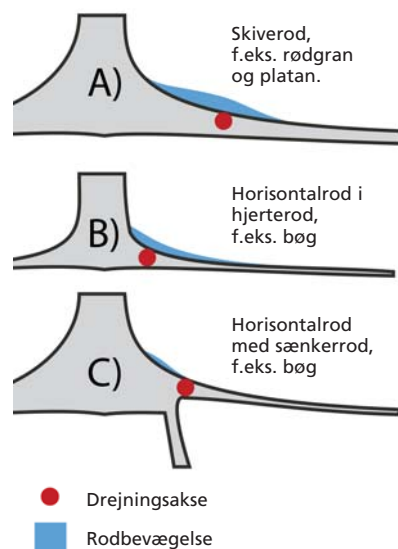
Erfaring med træarternes rodarkitektur og respons på jordbundsforhold er således vigtig for at placere og tolke rodbevægelsesmålere korrekt. Forskellene mellem de tre rod-målere i testen kan således skyldes forskelle i roddiameter, fravær af sænkerødder - eller at der er råd i den rod der bevægede sig mest. Ideelt set bør man med trykluft eller håndskovl fritlægge i hvert fald den mest kritiske rod, så dens arkitektur kan indgå i tolkningen.

Stormløsnede rødder

Metoden antager at roden er fast forankret i jorden hvad den ikke altid er. Der kan være hulrum hvor de store støtterødder bevæger sig ret frit. Især skal man være opmærksom på om træet kan have fået sit rodsystem løsnet i tidli-



Når man trækker i stammen vipper hele rod-kagen op omkring en drejningsakse. Afstanden til stammemidten kan kaldes stivhedsradius.



Rodsyst.ets stivhed og drejningsaksens placering afænger meget af de dominerende rødders afsmalning i de første 100 cm fra stammen.

gere storme. Det er mere reglen end undtagelsen i skovtræer over en vis højde.

Jo mere man bevæger sig fra det beskyttede skovmiljø ud i det åbne land, jo mere tilpasser træerne sig vinden og beskytter sig mod løsnings af roden. F.eks. stiger rod/topforholdet i grove træk til det dobbelte. Men i et vindbeskyttet miljø må man regne med løsnede rodsystemer og endda løsnede rodkager.

For solitære træer falder risikoen markant, men det forudsætter dog dybe rodsystemer. Med et højtstående vandspejl eller komprimeret underjord udvikles rodsystemet fladt med ekstra tykke og fladstrygende støtterødder. Uden dybe rødder får solitære træer tit en løsnet rodkage med en permanent brudflade under. I så tilfælde er rodkagebevægelse en vigtig registrering når man skal bedømme rodbevægelser ved meget lav trækraft.

Elastisk belastning

En forudsætning i den testede metode er også at rodsystemet udgør et elastisk og homogent emne i intervallet op til 0,25 graders rodhævning. Det skyldes at man ikke altid kan hæve roden så meget. Ved demonstrationen i Sorgenfri opnåedes således kun rodhævninger på 0,03-0,07 grader.

Man må derfor gå ud fra at man kan ekstrapolere trækmomentet op til 0,25 grader og regne med at kraft og rodhævning følges pænt ad. Men

så skal rodsystemet være en elastisk, homogen enhed (se boksen). Det kan man ikke uden videre forudsætte, for det afhænger af rodens tykkelse og arkitektur og af bevægelsesmålerens placering.

Særlig stærkt eksponerede solitærtræer har meget mere homogen styrke i rodsystemet. Jeg har flere gange oplevet solitærtræer i en trækmåling som efter en stammehældning på 45-50° fra lodret stadig gav maksimal modstand. I reglen har jeg kappet bardunrødderne med økse for at få træet ned. Ved skovtræer falder træet af sig selv ved en hældning på omkring 30-40 grader.

Husk dog lige at dybkronede, fritstående træer ikke nødvendigvis er tilpasset stærk vind hvis de f.eks. er omgivet af høje træer eller bygninger.

Solitærtræer med tidligere stormskader og rodkageløsning kan ofte modstå samme maksimale kraft som uskadte træer. Den kraft som skal til for at udløse nye skader er endda højere end i et uskadet træ.

Træets vindbelastning

Metoden hviler ikke kun på måling af rodkagens hævning, men også på vindens last på kronen. Denne beregning hviler på forsimplede antagelser, og tager bl.a. ikke nok højde for at store løvtrækroner i storm udsættes for stærke vridninger og stamme-flæk.

Kronens tværsnitsareal kan bestemmes nogenlunde præcist, og det er også nemt at be-



Rodbevægelsesmålerne sættes på rødder eller rodanløb med to skruer og nulstilles før måling.

ELASTISK OG PLASTISK ROD

Når forskere måler træk og tryk for at bestemme vedets styrke, måler de på en homogen træklods og taler om et elastisk og et plastisk interval.

I det elastiske interval vender klodsen uskadt tilbage til sin oprindelige form. I det plastiske interval opstår permanente deformationer fordi der sker brud på træfibre eller fordi fibre skilles ad. Med stigende belastning deformeres klodsen helt.

I den testede metode trækker man i træet så det svarer til en rodhævning på 0,25 grader. Det forudsættes at rodsystemet optræder som et homogent stykke træ hvor deformationerne udvikler sig proportionelt med trækket og at belastningen holder sig i det elastiske interval. Denne forudsætning er ikke altid til stede.

regne hvordan vindhastigheden stiger med højden. I beregningen af vindlasten indgår dog en række variable som er vanskelige at bestemme. F.eks. er vindhastigheden afhængig af landskabets ruhed. Små træer, buske, byggeri og bakker vinden nær jorden og skaber i stedet en turbulens som skal indregnes. Kronen tilpasser sig desuden stigende vindhastighed. Grene, kviste og blade ensrettes så træet mindsker vindens angrebsflade.

Bør ikke stå alene

Alt i alt hviler metoden på en lang række subjektive valg af vind-parametre og placeringer af rodbevægelsesmålere. Jeg er derfor ret kritisk over for en blind tolkning af beregningerne. Det betyder ikke at jeg forkaster metoden, men de frembragte data bør vurderes i samspil med andre undersøgelser af røddernes arkitektur.

Jeg vurderer endvidere at man bør gentage trækmålingerne i mindst tre retninger fordi rodsystemet ikke i praksis er en homogen klods. Forskellene kan tit fortælle noget om rødderne i forskellige retninger. I testen blev trækmålingen gennemført i to retninger.

Et andet af metodens problemer er mangel på plads og mangel på egnede anker-træer til forankring af trækspillet i de rigtige retninger. I demonstrationen i Sorgenfri brugtes en traktor som anker, men der skal også være plads til træk i alle retninger. □

Alle træer på fladgrundet mosebund har rodkageløsning og står og vipper på en løsnet rodkage. Det kan også forekomme på en jord med komprimeret underjord. Her en birk på mosejord.



KILDER

A. Dettner, S. Rust, S. (2013): Aktuelle Untersuchungsergebnisse zu Zugversuchen. Jahrbuch der Baumpflege 2013, s. 87-100.

Christian Nørgård Nielsen (2017): Trækmåling på træer: Kan rådne eller ødelagte rødder måles? Notat. Skovbycon.dk.

Christian Nørgård Nielsen (1990): Einflüsse von Pflanzenabstand und Stammzahlhaltung auf Wurzelform, Wurzelbiomasse, Verankerung sowie auf die Biomassenverteilung... Schriften aus der Forstlichen Fakultät der Universität Göttingen und der Niedersächsischen Forstlichen Versuchsanstalt.

Christian Nørgård Nielsen (2011): Træers forankring er meget mere dynamisk og omskiftelig end hidtil antaget. Skoven, s. 137-139. Baumstatik.de.

Tak til Harald Smit og Peter Müller for dialog og materiale. Tak til Kristin Seybold for at organisere testen.

SKRIBENT

Christian Nørgård Nielsen dr.agro., cand.silv. og træfaglig rådgiver i Skovbycon.