

Implementering av vindskademodellen enligt Lagergren et al. i Heureka

Översiktlig beskrivning av beräkningsgång

Nedan beskrivs hur stormskada beräknas för enskilda träd på provytan. Här följer en översiktlig beskrivning av beräkningsgången.

För varje beräkningsperiod (fem år) och län kollar Heureka i Wind-Load matrisen om det finns något värde som är högre än 0, dvs om det förekommer någon storm i länet under femårsperioden. Om så är fallet så beräknas stormskador per provyta enligt tillvägagångssättet nedan. Som ingående variabler används tillståndet vid periodstart oavsett när under femårsperioden som stormen inträffade. Ett undantag till detta är i de fall när flera stormar inträffar under en femårsperiod i ett och samma län. Då används tillståndet efter första stormen som ingångsvärden för den andra stormen.

I punktform blir beräkningsgången:

1. Kolla om det blir någon storm under femårsperioden
2. Beräkna stormfällning för varje provyta enligt beräkningsgången nedan med tillståndet vid periodstart som ingående variabler
3. Beräkna virkesförråd som stormfällts och virkesförråd efter stormfällning
4. Om mer än halva virkesförrådet har stormfällts skall det stormfällda virket adderas till avverkad volym
5. Om mindre än halva virkesförrådet stormfällts skall virket antingen adderas till avverkad volym eller till naturlig avgång beroende på ett rektangelfördelat slumpstal mellan 0-1. Om slumptalet är under 0.5 adderas virket till avverkad volym annars till naturlig avgång.
6. Kolla om det sker någon fler storm under femårsperioden
7. Om svaret på punkt 6 är ja så upprepas punkt 2-5 men med tillståndet efter första stormen som ingående variabler.

Detaljerad beskrivning av stormskada för enskilda träd på provytan

Här följer en beskrivning av hur vindskador hos enskilda träd ska beräknas inom provytor som har drabbats av storm. Vindskademodellen bygger på Lagergren et al. och vindskadorna uttrycks som delar av träd. Provytorna avser riksskogstaxeringens provytor.

För de funktioner som härrör från Lagergren et al. så anges funktionsnummer och ursprunglig benämning på beräknad variabel (t ex Eq. 2 (EI_stand)) som referens till uppsatsen. I Lagergren et al. används begreppen cohort, patch och stand(grid). För att anpassa terminologin till motsvarande nivåer i Heureka så likställs "cohort" med ett enskilt träd på provyta, "patch" med provyta och "stand(grid)" med län.

Variabler som hämtas ifrån Heureka:

- d =trädetets diameter i brösthöjd (cm)
- h =trädetets höjd (m)
- Trädslag. I stormmodellen tillämpas tre grupper av trädslag; tall, gran och björk. I tabell 1 anges vilken grupp respektive trädslag i Heureka tillhör.
- Gallringsstyrka. Andelen av grundytan som tas ut vid gallring.
- Tid sedan gallring.

Variabler som läses in:

- "Windload" (WL) är ett uttryck för hur stark en storm är. Läns- och årsvis.
- "Forest fraction" (F_{for}) är ett uttryck för andelen skog i landskapet. Länsvis.
- "Average patch size" (A_{patch}) uttrycker bestånden medelstorlek. Länsvis

Beräkningsgång:

1. Beräkning av exponeringsindex på länsnivå ($EI_{län}$) (Lagergren et al.: Eq. 2 (EI_{stand}))

$$EI_{län} = \frac{(1 - 0.8 \times F_{for}) \times 2}{\sqrt{A_{patch}}}$$

A_{patch} =beståndens genomsnittliga storlek på länsnivå enligt tabell 2.

F_{for} =andelen skog i landskapet. Anges på länsnivå enligt tabell 2.

2. Beräkning av exponeringsindex på provytanivå ($EI_{provyta}$) (Lagergren et al.: Eq. 3 (EI_{patch_n})). Detta uttryck har förenklats i denna tillämpning. Exponeringsindex på provytanivå och länsnivå tillsätts samma värde.

$$EI_{bestånd_i} = EI_{län}$$

där:

i=index för provyta

3. Beräkning av höjdindex på provytanivå ($HI_{provyta}$) (Lagergren et al.: Eq. 4 (HI_{patch})).
 - a. Först beräknas den grundtevägda medelhöjden på provytanivå ($hgv_{provyta}$). Vid beräkningen av medelhöjden används begreppet "efficient tree height" (h_E) för att spegla att barrträd och lövträd har olika förmåga att bromsa vinden.

$$h_E = h \times \begin{cases} 1 \text{ för tall och gran (trädslagsgrupp 1 och 2 enligt tabell 1)} \\ 0.5 \text{ för lövträd (trädslagsgrupp 3 enligt tabell 1)} \end{cases}$$

där:

h=trädetets höjd (m)

$$hgv_{bestånd_i} = \frac{\sum_{j=1}^{n_i} h_{E_{ij}} \times d_{ij}^2}{\sum_{j=1}^{n_i} d_{ij}^2}$$

där:

i=index för provyta

j=index för träd

h_E =effektiv höjd (m)

d=trädetets diameter i brösthöjd (cm)

n=antalet träd på provytan

- b. Därefter beräknas det aritmetiska medeltalet för $hgv_{provyta}$ på länsnivå

$$h_{län} = \frac{\sum_{i=1}^n hgv_{provyta_i}}{n}$$

där:

$hgv_{provyta}$ =grundtevägd medelhöjd på provytenivå (m)

i=index för provyta

n=antalet provytor inom länet

- c. Slutligen beräknas höjindex på provytenivå enligt:

$$HI_{provyta_i} = \frac{(hgv_{provyta_i} - h_{län})}{30} + 0.5$$

där:

i=index för provyta

$hgv_{provyta}$ =grundtevägd medelhöjd på provytenivå (m)

$h_{län}$ =aritmetiskt medelvärde av $hgv_{provyta}$ inom länet

4. Beräkna rotstabilitetsindex ($RSI_{provyta}$) (Lagergren et al.: Eq. 5 (RSI_{patch})). Här använder vi en modifiering av det ursprungliga uttrycket, på förslag av Lagergren:

$$RSI_i = a + b \times e^{c \times t_i}$$

där:

i=index för provyta

a, b och c är koefficienter enligt tabell 3

t=tid sedan senaste gallringen (år)

Om ingen gallring har utförts tidigare sätts $RSI=0.1$

Gallringsstyrkan (%) används som ingångsvärde i tabell 3 och beräknas enligt:

$$gproc_i = \frac{G_{ut_i}}{G_{fg_i}} \times 100$$

där:

i=index för provyta

G_{ut} =grundytan för utgallrade träd på provytan ($m^2 ha^{-1}$)

G_{fg} =provytans grundyta före gallring ($m^2 ha^{-1}$)

Grundytan beräknas som:

$$G = \sum_{j=1}^n \frac{\pi \times d_j^2}{4}$$

där:

j=index för träd

n=antalet träd

d=diameter i brösthöjd (cm)

5. Beräkna index för tjäle i marken (FSI_{provvyta}) (Lagergren et al.: Eq. 6 (FSI_{patch})). I en separat studie där tjäldjupet vid de olika stormarna beräknades med modeller så kunde vi fastställa att nästan alla stormar med omfattande skador inträffat då marken var otjälad. Av denna anledning använder vi följande förenkling:

$$FSI_{\text{bestånd}_i} = 1$$

där:

i=index för provvyta

FSI_{provvyta} antar sålunda alltid värdet för otjälad mark

6. Beräkna höjindex på trädnivå ($HI_{\text{träd}}$) (Lagergren et al.: Eq. 7 (HI_{cohort}))

$$HI_{\text{träd}_{ij}} = \frac{h_{ij} - h_{gv_{\text{provvyta}_i}}}{30} + 1$$

där:

i=index för provvyta

j=index för träd

h=trädetets höjd (m)

$h_{gv_{\text{provvyta}}}$ = grundtevägd medelhöjd för provvytan (m)

7. Beräkna sensitivetsindex på trädnivå ($SI_{\text{träd}}$) (Lagergren et al.: Eq. 8 (SI_{cohort}))

$$SI_{\text{träd}_{ij}} = \frac{h_{ij} - 5}{d_{ij} - 12} \times k_{\text{trädslag}}$$

där:

i=index för provvyta

j=index för träd

h=trädetets höjd (m)

d=trädetets diameter (cm)

$k_{\text{trädslag}}$ =koefficient som varierar för olika trädslagsgrupper enligt; $k_{\text{tall}}=0.85$, $k_{\text{gran}}=1.70$, $k_{\text{öv}}=0.17$

Om $h < 5$ m eller $d \leq 12$ cm så sätts $SI_{\text{träd}}=0$

8. Beräkna total sensitivitet på trädnivå ($TSI_{\text{träd}}$) (Lagergren et al.: Eq. 9 (SI_{cohort_n}))

$$TSI_{\text{träd}_{ij}} = EI_{\text{provvyta}_i} \times HI_{\text{provvyta}_i} \times RSI_{\text{provvyta}_i} \times HI_{\text{träd}_{ij}} \times SI_{\text{träd}_{ij}}$$

där:

i=index för provvyta

j=index för träd

Om $TSI_{\text{träd}} < 0$ så sätts $TSI_{\text{träd}}=0$

Om $TSI_{\text{träd}} > 1$ så sätts $TSI_{\text{träd}}=1$

9. Andelen av ett enskilt träd som stormfälls beräknas enligt:

$$DF_{träd_{ij}} = TSI_{träd_{ij}} \times FSI_{träd_{ij}} \times WL_{län}$$

där:

i=index för provyta

j=index för träd

WL_{län} (Windload) läses in från en matris

Tabell 1. Trädslagens kod i Heureka samt grupptillhörighet enligt den indelning som tillämpas i stormmodellen. I stormmodellen används tre grupper ; tall, gran och löv.

Trädslag	Latin	Kod i Heureka	Trädslagsgrupp i stormmodellen (1=tall, 2=gran, 3=löv)
Tall	<i>Pinus sylvestris</i>	11	1
Bergtall	<i>Pinus mugo</i>	12	1
Lärk	<i>Larix sibirica</i>	13	1
Övriga tallar	<i>Pinus sp.</i>	14	1
Contortatall	<i>Pinus contorta</i>	81	1
Gran	<i>Picea abies</i>	21	2
Övriga Picea-arter	<i>Picea sp.</i>	22	2
Abies-arter	<i>Abies sp.</i>	23	2
Övriga barrträd		24	2
Björk	<i>Betula sp.</i>	30	3
Vårtbjörk	<i>Betula pendula</i>	31	3
Glasbjörk	<i>Betula pubescens</i>	32	3
Asp	<i>Populus tremula</i>	41	3
Ek	<i>Quercus robur</i>	51	3
Bok	<i>Fagus sylvatica</i>	61	3
Ask	<i>Fraxinus excelsior</i>	71	3
Alm	<i>Ulmus glabra</i>	72	3
Lind	<i>Tilia cordata</i>	73	3
Lönn	<i>Acer platanoides</i>	74	3
Avenbok	<i>Carpinus betulus</i>	75	3
Fågelbär	<i>Prunus avium</i>	76	3
Klibbal	<i>Alnus glutinosa</i>	91	3
Gråal	<i>Alnus incana</i>	92	3
Sykomorlönn (tysklönn)	<i>Acer psuedoplatanus</i>	93	3
Sälg	<i>Salix caprea</i>	94	3
Rönn	<i>Sorbus aucuparia</i>	95	3
Oxel	<i>Sorbus intermedia</i>	97	3
Övriga lövträd		96	3

Tabell 2. Genomsnittlig beståndsstorlek (A_{patch}) och andelen skog (F_{for}) på länsnivå. A_{patch} är taget från genomsnittliga hyggesanmälningar till skogsstyrelsen för 2001, 2002, 2006 och 2007.

Län	Länskod Heureka	A_{patch}	F_{for}
Nbbtn lapp	1	6.48	0.245
Nbbtn kust	2	6.48	0.692
Vbbtn lapp	3	6.47	0.495
.	.	.	.
.	.	.	.
Skåne	29	2.29	0.346

Tabell 3. Parametrar för att räkna ut RSI från tid sen senaste gallring (t , år). Parametrarna gäller för funktioner av formen $RSI = a + b \cdot \text{EXP}(ct)$.

Gallringsstyrka (%)	a	b	c	r^2
20	0.2978	0.4573	-0.2465	0.74
30	0.2001	0.7559	-0.1242	0.79
40	0.1538	0.9959	-0.0932	0.82

Referenser:

Lagergren, F., Jönsson, A. M., Blennow, K., Smith, B. A wind damage model connected to a dynamical vegetation model. (Manuskript)