

2005-06-15

Frostrisk – ett kalkylverktyg för beräkning av frostrisk vid plantering med gran

Ola Langvall ¹, Mats Hannerz ² och Urban Nilsson ³

¹ Asa försökspark, SLU, 360 30 Lammhult. ola.langvall@afp.slu.se

² Skogforsk, Uppsala Science Park, 751 83 Uppsala. mats.hannerz@skogforsk.se

³ Institutionen för sydsvensk skogsforskning, SLU, Box 49, 230 53 Alnarp.

Urban.nilsson@ess.slu.se

Beskrivning av frostmodellen

Grundmaterial

Modellen bygger på dygnsmedel- och minimitemperatur, mätt vid 357 SMHI-stationer från hela Sverige för perioden 1961 – 1990. Dessa har använts för att interpolera temperaturen över hela Sverige i ett rutnät på 10 x 10 km. Varje ruta har alltså tilldelats ett värde på dygnsmedel- och minimitemperatur för varje dag under de 30 åren. Modellen arbetar endast med temperaturvärdena från en ruta i taget.

Effekterna av olika ståndortsfaktorer, skogsskötselåtgärder och plantmaterial bygger på forskningsresultat från SLU, SkogForsk och annorstädes. Vid uppbyggandet av modellen har tagits hänsyn till om den enskilda faktorn påverkat temperaturklimatet, skottskjutnings- resp. invintringstidpunkt och/eller tillväxthastigheten hos plantorna.

Uppbyggnad

För att göra modellen mer lättanvänd, har antalet valbara alternativ begränsats. Därmed har också effekten av enskilda faktorer angivits med enkla samband eller med ett fåtal steg. Nivåerna på dessa steg och samband kan behöva valideras, för att kunna jämföra olika faktorerers inverkan.

De olika faktorerna, valbara alternativ och deras effekter i modellen redovisas i tabellerna nedan.

Tabell 1. Ingående läges- och ståndortsfaktorer, valbara alternativ och effekten av dessa i modellen.

Faktor	Valbara alternativ	Effekt på modellen	
Lägesfaktorer			
X- och Y-koordinater	Koordinater inom rikets gräns	Avgör vilken ruta i rutnätet som objektet som ska studeras ligger i och avgör därmed vilket temperaturdataset som används vid beräkningarna.	
Höjd över havet	0 – 1000 m	Rutan har tilldelats en nominell höjd som anger för vilken h. ö. h. som temperaturen avser. Avvikelsen från denna ger en förändring av både medel och minimitemperaturen med -0.6°C per 100 m, d.v.s. det adiabatiska temperaturavtagandet.	
Ståndortsfaktorer			
Ståndortsindex	G20 – 23	1,68	Ståndortsindex används för att beräkna tiden för plantorna att bli 1.3 m höga (gräns för när frostrisken bedöms vara över). Siffran närmast t.v. är bonitetskoefficienten i höjdutvecklingsfunktionen (se nedan)
	G24 - 27	1,9	
	G28 - 31	2,2	
	G32 - 35	3,2	
	G36+	4,3	
Frostris klass	Liten-måttlig risk	+1,5°C	Effektkoefficient på minimi-temperaturen på 0,3 m höjd. Frostris klass kan väljas direkt eller att modellen räknar ut den utifrån ståndortsfaktorer (se nedan).
	Stor risk	0°C	
	Extremt stor risk	-2,5°C	
Terrängform	Konvex (kulle, ås) el. sluttning Plan mark Konkav (svacka, grop)	Modellen räknar ut vilken frostris klass (se ovan) objektet tillhör med hjälp av de följande ståndortsfaktorerna. Frostris klassificeringen redovisas i tabell 3.	
Jordmån	Mineraljord Torv (>30 cm)		
Torr mark	Ja/Nej		
Fungerande diken	Ja/Nej		
Angränsar till sjö	Ja/Nej		

Tabell 2. Ingående faktorer för skogsskötselåtgärder och plantmaterial, valbara alternativ och effekten av dessa i modellen.

Faktor	Valbara alternativ	Effekt på modellen	
Skogsskötselåtgärder och plantmaterial			
Objektstorlek	0 – 50 ha	Bestämmer hur mycket påverkan omgivande bestånd har på temperaturklimatet (se faktorn <i>Längden på omgivande beståndskant</i>).	
Längden på omgivande skogskant (anges för tre höjdklasser på omgivande bestånd)	0 – 10 m höjd 10 – 20 m höjd 20+ m höjd	max 0°C max 1,25°C max 3,5°C	Minimitemperaturen höjs för den del av objektet som påverkas av omgivande bestånd med en trädlängd. Andelen av objektets areal och klassens medelhöjd. Temperatureffekten blir andelen påverkad areal x max. temperatureffekt för höjdklassen. Effekten reduceras procentuellt med skärmeffekten, om skärm används.
Skärmställning	Ingen Högskärm Lågskärm	Valet avgör klassindelningen för stammar per ha och medelhöjd. Effekten beror på kombinationen av skärmens höjd och stamantal enl. tabell 4.	
Stammar/ha	<u>Högskärm</u> 25 – 74 75 – 124 125 – 174 175 – 224 225 – 274 275+	<u>Lågskärm</u> 0 – 1 000 1 000 – 2 000 2 000+	
Skärmträdens medelhöjd	15 – 20 m 20 – 25 m 25+ m	2 – 4 m 4 – 6 m 6 – 8 m	
Markberedning	Omarkberett Fläckmarkberedning Harvning Högläggning	0°C 0,2°C 0,4°C 1,2°C	Åtgärden har effekt på minimitemperaturen med vidstående värden. Effekten reduceras procentuellt med skärmeffekten, om skärm används.
Planttyp	Täckrot (2/0) Barrot (1,5/1,5) Barrot (2/2)	0,3 m 0,4 m 0,5 m	Valet avgör den initiala plant-storleken (värdet t.v.) och ålder (värdet inom parentes). Kritisk temperatursumma för skottskjutning justeras beroende på plantans ålder, planttyp och plantetableringseffekt enl. tabell 5.
Proveniens	Norra Sverige Mellansverige Södra Sverige Vitryssland	100 gd 120 gd 150 gd 190 gd	6 tim 7 tim 8 tim 9 tim Valet avgör kritisk tem-peratursumma för skottskjutning vid 3 års ålder (2:a kol. t.v.) samt kritisk nattlängd för invintringsstart (1:a kol. t.v.)

Tabell 3. Frostriskklassificering med hjälp av ståndortsfaktorer

Terrängform	Ståndortsfaktor			
	Angränsande sjö	Torr mark eller dikad torvmark	Torr mark/dikad torv + angränsande sjö	Övriga
Konvex/sluttning	Liten-måttlig	Liten-måttlig	Liten-måttlig	Liten-måttlig
Plan mark	Liten-måttlig	Extremt stor	Stor	Stor
Konkav	Stor	Extremt stor	Stor	Extremt stor

Tabell 4. Skärmställningens temperatureffekt, beroende på stamantal och medelhöjd.

	Temperatureffekt		
	2 – 4 m hög	4 – 6 m hög	6 – 8 m
Lågskärm			
0 – 1 000 stam/ha	0°C	0°C	0,5°C
1 000 – 2 000 stam/ha	1,5°C	2,5°C	3°C
2 000+ stam/ha	1,5°C	3,5°C	6°C
Högskärm	15 – 20 m hög	20 – 25 m hög	25+ m hög
25 – 74 stam/ha	0,5°C	1,5°C	3°C
75 – 124 stam/ha	1°C	2,25°C	4°C
125 – 174 stam/ha	1,4°C	3°C	5°C
175 – 224 stam/ha	1,75°C	3,5°C	5,75
225 – 274 stam/ha	2°C	3,75°C	6,5
275+ stam/ha	2,25°C	4°C	7°C

Tabell 5. Justering av kritisk temperatursumma för skottskjutning, beroende av plantans ålder (a), planttyp (b) och etableringseffekt (c).

Ålder	Justering av kritisk temperatursumma för skottskjutning (graddagar)											
	Täckrot (2/0)				Barrot (1,5/1,5)				Barrot (2/2)			
	(a)	(b)	(c)	S:a	(a)	(b)	(c)	S:a	(a)	(b)	(c)	S:a
2	-25	0	25	0								
3	0			0	0	50	25	75				
4	25			25	25			25	25	50	25	100
5+ år	50			50	50			50	50			50

Modellen beräknar plantans höjd för varje år (n) med en höjduitvecklingsfunktion (figur 1):

$$\text{Höjd}_n = \text{utgångshöjd} + \text{bonitetskoefficient} \cdot n^2$$

Modellen beräknar också en korrigeringsfaktor av minimitemperaturen, som är beroende av frostriskklassen enl. ovan samt av plantans storlek, eftersom temperaturen är lägre närmare markytan, jämfört med mätthöjden (1,5 – 2 m, se figur 1). En relativ korrigeringsfunktion används, som justeras med koefficienten för frostriskklassen:

$$d\text{Temp}_n = \text{Frostriskklasskoefficient} \cdot [0,33 - 0,59 \cdot \ln(\text{planthöjd}_n)]$$

År efter plantering	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Plantutveckling									
Plantålder	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Plantornas medelhöjd (m)	0.40	0.55	0.70	0.85	1.00	1.15	1.30	1.45	1.60
Korrigerig av minimitemperaturen beroende på plantans storlek vid olika ålder									
Plantstorlekseffekt	-3.0°C	-2.5°C	-2.0°C	-1.5°C	-1.0°C	-0.5°C	0.0°C	0.0°C	0.0°C
Kritisk temperatursumma för skottskjutning (graddagar)									
Effekt av planttyp	50								
Effekt av plantålder	25	25	50	50	50	50	50	50	50
Kritisk tempsum för skottskjutning	265	215	240	240	240	240	240	240	240
Kritisk tempsum för skottsträckning avslut	440	390	390	390	390	390	390	390	390

Figur 1. Faktorerna plantans höjd, minimitemperatur och kritisk temperatursumma för skottskjutning förändras med plantans ålder och antalet år efter plantering. Exempel som visar förändringen över tiden för en vitrysk barrotsplanta (1,5/1,5).

Kritisk temperatursumma (gränsvärde +5°C) för skottskjutning justeras för plantans ålder och fördröjning första året p.g.a. planttyp (barrot) resp. etableringssvårigheter (Tabell 5). Längden på skottskjutningsperioden har ansatts till 200 graddagar upp t.o.m. plantan är 3 år, sedan minskar perioden med 25 (år 4) resp. 50 (år 5+), d.v.s. med samma belopp som skottskjutningstidpunkten förskjuts p.g.a. plantans ålder (Figur 1). Den kritiska temperatursumman för skottskjutning anger medelvärdet för skottskjutning för en proveniens. Hälften av plantorna skjuter alltså ännu tidigare och hälften skjuter senare. Modellen fördelar skottskjutningen för enskilda plantor på en tidsperiod av 182,2 graddagar med ett linjärt samband, d.v.s. andelen plantor som skjutit skott ökar med 0,55% per graddag, med början 91,1 graddagar före den angivna kritiska temperatursumman. På motsvarande sätt har andelen plantor som sträckt färdigt fördelats på en tidsperiod av 338 graddagar, med början 85,1 graddagar efter den kritiska temperatursumman för skottskjutning. Andelen frostkänsliga plantor blir aldrig 100% eftersom de första plantorna har skjutit färdigt innan de sista plantorna börjat skjuta. Skottskjutningsperioden bryts automatiskt den 1 augusti, för att inte extrema alternativ, där den kritiska temperatursumman för skottsträckningens avslut inte nås före detta datum, ska påverkas av höstfroster.

Medel- och minimitemperaturen justeras för varje år de tio första åren efter plantering, d.v.s. år 0 till 9. Effekterna av justering av höjden över havet, frostriskklass, skärmställning och markberedning summeras och justeringen görs med detta belopp alla år efter plantering, för alla dagar i temperaturdatasetet (Figur 2). Minimitemperaturen justeras dessutom med effekten av plantans höjdtillväxt, som minskar från -3°C vid 0,3 m höjd till 0° då plantorna beräknas nå 1,7 m höjd (Figur 1).

Indata		Temperaturkorr.	
Läge		medel	minimi
Höjd över havet: 220 m		0.0°C	0.0°C
Ståndortsfaktore:			
min längd: 538 m			
Längd på omgivande skogskant: 0-10 m hög	290 m		0.0°C
10-20 m hög	260 m		0.1°C
20+ hög	250 m		0.5°C
aktuell längd: 800 m			
Frostriskklass: Extremt hög risk			-3.0°C
Skogsskötse			
Skärmställning: <input checked="" type="checkbox"/>			
<input checked="" type="radio"/> Högskärm			1.5°C
Markberedning: Fläck			0.1°C
		Σ	0.0°C -0.8°C

Figur 2. Indata som korrigerar medel- och minimitemperaturen. Exemplet visar effekten av omgivande skog 10-20 m hög och 20+ hög, frostriskklassen "Extremt hög frostrisk", skärmställning med högskärm (20-25 m hög, 25-74 st/ha) och fläckmarkberedning.

Härdighetsgränsen för försommarfrostsador beräknas vara -3°C , medan härdighetsgränsen för höstfroster sjunker från -5°C vid tidpunkten då den kritiska nattlängden för invintring inträffar till -7°C 28 dagar senare, därefter sjunker gränsen med $10^{\circ}\text{C}/28$ dagar resten av året.

Modellen räknar ut hur stor andel av plantorna som blir frostskadade av försommarfroster för varje enskilt år av de 30 år som det finns temperaturdata på. Andelen skadade plantor förändras för varje enskilt år efter plantering (0–9 år), eftersom temperaturen justeras och plantornas skottskjutning förändras varje år. Andelen frostskadade plantor för ett enskilt år efter plantering skattas med ett medelvärde av frostskadorna under de 30 åren med temperaturdata (Figur 3). Höstfrostrisken skattas som andelen år av de 30 åren som en höstfrost inträffar som är kallare än den aktuella härdigheten hos plantorna. Den ackumulerade frostrisken räknas ut med urval utan återläggning, d.v.s. den andel som påverkas av det aktuella året är den del som återstår från den ackumulerade frostrisken året före fram till året då plantorna uppnår 1,3 m.

År efter plantering	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Antal år med försommarfroster	25	24	22	18	15	10	4	4	4
Uppskattad andel frostskadade plantor	51.1%	57.2%	48.4%	36.0%	25.3%	15.0%	4.0%	4.0%	4.0%
Akkumulerad andel frostskadade plantor	51.1%	79.1%	89.2%	93.1%	94.8%	95.6%	95.6%	95.6%	95.6%
Antal år med höstfrost	4	2	2	2	2	1	0	0	0
Andel höstfroster	13.8%	6.9%	6.9%	6.9%	6.9%	3.4%	0.0%	0.0%	0.0%
Akkumulerad andel höstfrostrisk	13.8%	19.7%	25.3%	30.4%	30.4%	30.4%	30.4%	30.4%	30.4%

Figur 3. Exempel på antalet år med försommar- resp. höstfroster av de 30 åren i temperaturdatasetet, medeltalet av andelen försommarfrostsadade plantor, andelen höstfroster samt den ackumulerade andelen försommarfrostsadade plantor resp. ackumulerade andelen höstfroster för åren 0–8 efter plantering.

Användargränssnitt

Modellens användargränssnitt är uppbyggt så att användaren går igenom tre steg, där han kan ange en föryngringsytas faktiska läge, därefter dess ståndortsfaktorer och sedan kunna pröva vilka skötselmetoder och plantmaterial som kan tänkas användas vid föryngringen.

I steg 1 ges användaren möjligheten att ange objektets position genom att peka på en Sverigekarta (Figur 4). Koordinaterna i rikets nät och den nominella höjden över havet som räknats ut för den utvalda rutan i 10×10 km rutnätet visas och kan justeras efter önskemål (Figur 5). Det subset av temperaturdata som gäller för den utvalda rutan extraheras ur databasen för användning i modellen.

Frostrisk

Frostrisk är ett kalkylverktyg som beräknar frostrisken vid plantering med gran. Frostrisk har tagits fram av SLU och Skogforsk med stöd av Föreningen Skogsträdsförädling.

Objektets identitet:

Steg 1: Föryngringsobjektets läge i landet

Klicka i kartan för att automatiskt hämta breddgrad, längdgrad och koordinater från Rikets nät:

X-koordinat (m) Longitud:

Y-koordinat (m) Latitud:

Höjd över havet (m)

SÖK | OM SYSTEMET | ORDLISTA | SAJTKARTA | HJÄLP

SKOGFORSK

Figur 4. Steg 1, Sverigekarta med 10×10 km rutnät med nominell höjd över havet angiven, där aktuell lokal pekas ut.

I steg 2 anger användaren objektets storlek, ståndortsindex och längden av omgivande beståndskant i olika höjdklasser samt objektets frostriskklass. Frostriskklassen kan anges antingen genom att en klass väljs direkt eller genom att ange olika ståndortsfaktorer som tillsammans ger svar på vilken frostriskklass objektet besitter (Figur 5).

KUNSKAP DIREKT

M FÖRYNGRA RÖJA GALLRA AVVERKA LÖV

> KunskapDirekt / Verktyg / Frostrisk L

Frostrisk

Frostrisk är ett kalkylverktyg som beräknar frostrisken vid plantering med gran. Frostrisk har tagits fram av SLU och Skogforsk med stöd av Föreningen Skogsträdsförädling.

Objektets identitet:

Steg 2: Ståndortsfaktorer

Ståndortsindex:

Frostriskklass

Välj klass direkt

Beräkna med ståndortsfaktorer:

- Terrängform
- Jordmån
- Torr mark
- Fungerande diken
- Angränsar till sjö

Tips: Välj ståndortsindex för objektet. Bestäm frostriskklass antingen genom att välja klass direkt eller genom att ange ståndortsfaktorer som indikerar mindre eller större frostrisk.

Figur 5. Steg 2, objektets ståndortsfaktorer beskrivs.

I steg 3 har användaren möjlighet att ange de skötselmetoder och val av plantodlingsmaterial som kan vara aktuella att använda på objektet, varvid en kalkylerad ackumulerad försommar- resp. höstfrostrisk presenteras användaren (Figur 6).

Steg 3: Skogsskötsel och plantmaterial

Objektets storlek (ha)

Objektet gränsar till skog

Skärmställning

Stammar/ha

Medelhöjd (m)

Markberedning

Planttyp

Proveniens

Tips: Välj de skötselalternativ och det plantmaterial som är aktuella på objektet och klicka på "Beräkna" för att uppdatera resultatet nedan.

Akkumulerad försommarfrostrisk (%) **66,6**

Akkumulerad höstfrostrisk (%) **0,0**

Figur 6. Steg 3, användaren väljer skötselmetoder och plantodlingsmaterial. Den uppskattade risken för försommar- resp. höstfroster beräknas och presenteras för användaren i nedre delen av fönstret vid klick på knappen "Beräkna".

För den vetgirige ska också de uppgifter som ligger till grund för den uppskattade frostrisken kunna presenteras, d.v.s. de uppgifter som visas i figur 1–3.

Kunskap Direkt - Microsoft Internet Explorer

Address http://www.skogforsk.se/KunskapDirekt/BerakningsVerktyg/FrostRiskKalkyl/FrostRiskKalkyl/DetailsPage___16002.aspx

STÄNG FÖNSTER KUNSKAP DIREKT för skogsägare

Verktyg - Frostrisk Detaljer

Kalkyl per år efter plantering

År	Plantålder	Plantans höjd (m)	Temperatur-effekt (C)	År med värfrost	Risk för värfrost-skada	Ack. risk för värfrost-skada	År med höstfrost	Risk för höstfrost-skada	Ack. risk för höstfrost-skada
0	3	0,40	-2,60	13	16,5%	16,5%	0	0,0%	0,0%
1	4	0,42	-2,51	24	30,9%	42,3%	0	0,0%	0,0%
2	5	0,49	-2,25	18	22,3%	55,2%	0	0,0%	0,0%
3	6	0,60	-1,89	13	13,1%	61,1%	0	0,0%	0,0%
4	7	0,75	-1,49	10	5,6%	63,2%	0	0,0%	0,0%
5	8	0,95	-1,08	8	4,0%	64,7%	0	0,0%	0,0%
6	9	1,19	-0,68	8	3,9%	66,1%	0	0,0%	0,0%
7	10	1,48	-0,30	5	1,6%	66,6%	0	0,0%	0,0%
8	11	1,81	0,00	4	1,5%	66,6%	0	0,0%	0,0%
9	12	2,18	0,00	4	1,5%	66,6%	0	0,0%	0,0%

Tips: Markera tabellen, kopiera och klistra in i Excel, för att spara kalkylerna på din dator.

Done Local intranet