



Projekttitel *Bedömning och kommunikation av risk och nytta relaterad till skörd och lagring av sockerbeter i Sverige när klimatet förändras*

SLU Partnerskap Alnarps projekt nr: 1527

Projekttitel på svenska enligt projektansökan: *Bedömning och kommunikation av risk och nytta relaterad till skörd och lagring av sockerbeter i Sverige när klimatet förändras*

Projekttitel på engelska enligt projektansökan: *Assessing and communicating climate risk in Swedish sugar beet harvest and storage*

Projektledare: Kristina Blennow

Författare till rapporten: Kristina Blennow

Fakultet: LTV

Institution: Lanskapsarkitektur, planering och förvaltning

Projektid: 240501 – 260430

Projektpartners: Nordic Sugar AB

Projektsammanfattning

Detta projekt har tagits fram inom SLU Partnerskap Alnarp i samarbete med Nordic Sugar AB och har fokuserat på hur klimatförändringar påverkar risker vid skörd och lagring av sockerbetor i Sverige, samt hur denna kunskap kan kommuniceras mer effektivt till odlare, entreprenörer och rådgivare.

Klimatförändringar i tempererade regioner, inklusive Sverige, har redan lett till varmare höstar, större variation i nederbörd, längre torra perioder och fler extrema väderhändelser. Klimatförändringarna förväntas fortgå. Förändringarna påverkar direkt förutsättningarna för skörd och lagring av sockerbetor, där både markförhållanden, upptagningstidpunkt och lagringsstabilitet blir mer osäkra.

En systematisk genomgång av forskningslitteraturen visar samtidigt att det finns en tydlig kunskapslucka. Även om det finns omfattande forskning om hur temperatur och humiditet påverkar skörd och lagring under dagens klimat, saknas i stort sett studier som kopplar dessa processer till framtida klimatprojektioner. Endast ett fåtal studier behandlar närliggande frågor, och dessa kvantifierar inte hur riskerna förändras över tid under ett förändrat klimat. Detta innebär att beslutsunderlag för framtida anpassning fortfarande är högst begränsat.

Sammantaget pekar resultaten på att riskerna för kvalitetsförluster och lagringsproblem sannolikt kommer att öka vid mer extrema väderförhållanden, men att storleken på dessa förändringar ännu inte kan beskrivas närmare. Det finns därför ett tydligt behov av att utveckla mer integrerade studier som kombinerar klimatprojektioner och kunskap om rumsliga variationer i lagringsförhållanden (lokalklimat) med kunskap om grödans fysiologi, skördelogistik och lagringsprocesser.

En viktig del av projektet har varit att utveckla underlag för förbättrad kommunikation av risk. För praktiker innebär resultaten att förväntade förändringar i framtida skörde- och lagringssituationer behöver hanteras mer aktivt i planering och beslut. Det handlar särskilt om att stärka flexibilitet i skördestrategier, anpassa lagringsrutiner efter varierande väder- och lokalklimat och förbättra dialogen mellan odlare, entreprenörer och rådgivare.

Projektet rekommenderar därför:

- att risk för skörd och lagring i högre grad betraktas som klimatkänslig och dynamisk, snarare än statisk
- att beslutsstöd och rådgivning utvecklas för att hantera lokalklimatiska variationer i lagringsförhållanden samt ökande vädervariation
- att forskning och bransch samverkar för att ta fram kvantitativa riskmodeller kopplade till rumsliga variationer och framtida klimat
- att kommunikation mellan aktörer stärks för att förbättra beredskap och anpassning i praktiken

Abstract

This project was developed within SLU Partnership Alnarp in collaboration with Nordic Sugar AB and has focused on how climate change affects risks during the harvest and storage of sugar beets in Sweden, as well as how this knowledge can be communicated more effectively to growers, contractors, and advisors.

Climate change in temperate regions, including Sweden, has already led to warmer autumns, greater variability in precipitation, longer dry periods, and more extreme weather events. These changes are expected to continue. They directly affect the conditions for harvesting and storing sugar beets, where both soil conditions, harvest timing, and storage stability become more uncertain.

A systematic review of the research literature also shows a clear knowledge gap. Although there is extensive research on how temperature and humidity affect harvesting and storage under current climate conditions, there is very little research linking these processes to future climate projections. Only a few studies address related questions, and these do not quantify how risks change over time under a changing climate. This means that decision-support for future adaptation remains limited.

Overall, the results indicate that the risks of quality losses and storage problems are likely to increase under more extreme weather conditions, but the magnitude of these changes cannot yet be described in more detail. There is therefore a clear need to develop more integrated studies that combine climate projections and knowledge of spatial variation in storage conditions (local climate) with knowledge of crop physiology, harvest logistics, and storage processes.

An important part of the project has been to develop a basis for improved risk communication. For practitioners, the results imply that expected changes in future harvesting and storage conditions need to be addressed more actively in planning and decision-making. This particularly involves strengthening flexibility in harvesting strategies, adapting storage practices to varying weather and local climate conditions, and improving dialogue between growers, contractors, and advisors.

The project therefore recommends:

- that risks related to harvesting and storage are increasingly regarded as climate-sensitive and dynamic rather than static
- that decision-support tools and advisory services are developed to address local climatic variation in storage conditions as well as increasing weather variability
- that research and industry collaborate to develop quantitative risk models linked to spatial variations and future climate conditions
- that communication between stakeholders is strengthened to improve preparedness and practical adaptation

Bakgrund

Skörd och lagring utgör två av de mest riskfyllda momenten i sockerbetsproduktionen. Riskerna är inte enbart kopplade till större variation i väder under denna period, utan framför allt till de starka avvägningar som måste göras i samband med skörd och efterföljande lagring. Ett centralt beslut gäller tidpunkten för skörd, där odlare behöver väga fortsatt tillväxt mot risken för exempelvis jordpackning, ogynnsamma markförhållanden eller frostsador.

Skörde- och lagringssäsongen 2023 illustrerade tydligt dessa risker. Under året upplevde svensk sockerbetsodling de största förlusterna under skörd och lagring på flera decennier. Kraftiga regn under skördeperioden försvårade eller förhindrade skörd, medan återkommande frostperioder under lagringen ledde till upprepade frys- och upptiningcykler som i sin tur orsakade nedbrytning av grödan. Sammantaget skördades omkring 7 procent av arealen inte alls, vilket är en situation som saknar motstycke i modern tid. Vidare kunde cirka en tredjedel av den lagrade grödan, avsedd för leverans under januari och februari, inte levereras. Detta medförde betydande ekonomiska förluster för branschen samt praktiska och ekonomiska utmaningar för enskilda odlare.

Inom branschen delegeras forskningsansvaret huvudsakligen till Nordic Beet Research (NBR). Även om NBR har utvecklat omfattande kunskap om olika scenarier under skörde- och lagringsperioden, har deras forskningsagenda inte explicit fokuserat på systematisk riskanalys. NBR:s roll inom området omfattar både framtagning av ny kunskap och utveckling av beslutsstödsverktyg kopplade till skörd och lagring.

Trots en nära koppling till odlarledet saknas i viss utsträckning erfarenhet av att identifiera vilken typ av information och vilka verktyg som bäst stödjer beslutsfattande under osäkra och förändrade förhållanden. Ett samarbete med SLU Alnarp bedömdes därför kunna bidra till att överbrygga denna kunskaps- och tillämpningsklyfta.

Inom detta område har professor Kristina Blennow vid Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning vid SLU under mer än ett decennium utvecklat ett ramverk för att identifiera kommunikations- och informationsbehov hos aktörer inom skogs- och jordbruk kopplat till risker och möjligheter i ett förändrat klimat (till exempel Blennow med flera 2020; Blennow och Anander 2026). Detta arbete har bland annat genomförts i samarbete med forskare vid Lunds universitet och kompletteras av erfarenhet av analys och användning av klimatmodeller och klimatdata.

Syfte

Projektet syftar till att bedöma klimatrelaterad produktionsrisk kopplad till skörd och lagring av sockerbetar i Sverige och utveckla kommunikationsriktlinjer för experter att effektivt kommunicera med sockerbetsodlare och entreprenörer när klimatet förändras.

Metod

Projektet *Bedömning och kommunikation av risk och nytta relaterad till skörd och lagring av sockerbeter i ett förändrat klimat* har genomförts i två arbetspaket (AP1–AP2), där det första fokuserar på kvantitativ riskanalys och det andra på sammanställning av vetenskaplig kunskap att användas som kommunikationsunderlag.

AP1: Riskbedömning i anslutning till skörd och lagring

Arbetet inom AP1 har genomförts som en kombination av modellutveckling, datainsamling och preliminär systemuppbyggnad för analys av klimatrelaterade risker i sockerbetsproduktion.

SLU har bidragit med stöd vid val av klimatframskrivningsdata samt etablerad riskanalysmetodik, inklusive mått och terminologi för analys av skörde- och lagringsrisker. Arbetet med vetenskaplig publicering har påbörjats men inte slutförts inom projektperioden.

Nordic Beet Research (NBR) har tillhandahållit historiska klimatdata via sin väderdatabas (bl.a. Lantmet och andra källor) samt relevant industridata enligt avtal med Nordic Sugar.

För analys av grödans utveckling installerades STICS-modellen och tester av indata genomfördes, vilket möjliggjorde grundläggande modellkörningar. Modellen har därmed etablerats tekniskt men inte fullt integrerats i ett samlat modelleringssystem.

För riskanalys av skörde- och lagringsförhållanden har tillgång erhållits till modellerna TERRANIMO och J-DISTAS. TERRANIMO har sparats lokalt och förberetts för framtida integration som modul i ett modelleringssystem. J-DISTAS har inte implementerats i projektet, utan är avsedd att användas i samarbete med INRAE i Frankrike, där modellkörningar sker externt baserat på levererade indata.

Modellutveckling för beräkning av lagringsförluster efter skörd har genomförts.

AP2: Effektiv kommunikation av risk och nytta vid skörd och lagring

Arbetet inom AP2 har fokuserat på att ta fram ett underlag för kommunikation av klimatrelaterade risker inom sockerbetsodling baserat på vetenskaplig kunskap.

Inklusions- och exklusionskriterier för litteraturöversikten har formulerats och metodstöd via SLU:s bibliotek har säkerställt tillgång till relevant vetenskaplig litteratur. En systematisk litteraturstudie har genomförts i samarbete mellan SLU och NBR, där screening av vetenskapliga artiklar har genomförts.

Arbetet följer ett etablerat ramverk för analys av kommunikationsbehov och riskinformation, där första fasen (litteraturöversikt) har genomförts. De efterföljande faserna (intervjuer och enkätstudie) ingår inte i projektet (se Blennow et al 2021).

Skrivarbete av vetenskaplig publikation har slutförts och manuskriptet har sänts till en vetenskaplig tidskrift för publikation. Manuskriptet har publicerats som ett preprint i databasen SSRN (English & Blennow, 2026). Resultaten från arbetet kommer att spridas till Nordic Beet Research samt till beslutsfattare inom svensk sockerbetsindustri.

NBR har parallellt bidragit till litteraturprocessen genom screening av artiklar, samordnat kontakt med industrin samt påbörjat identifiering av möjliga framtida finansiärer för vidare utveckling av projektets kommande faser.

Resultat och diskussion

Projektet *Bedömning och kommunikation av risk och nytta relaterad till skörd och lagring av sockerbetor i ett förändrat klimat* har genomförts inom två arbetspaket (AP1–AP2). Arbetet har resulterat i både metodutveckling och kunskapsunderlag för riskanalys och kommunikation, men vissa avvikelser från den ursprungliga planerade tekniska integrationen av modeller har uppstått.

Avvikelser från projektplanen beror huvudsakligen på resurs- och tidsmässiga förändringar under projektperioden, vilket påverkade möjligheten att genomföra samtliga planerade aktiviteter.

Modellering och riskanalys (AP1)

Inom AP1 har en omfattande datagrund etablerats för analys av klimatrelaterade risker vid skörd och lagring av sockerbetor. Historiska klimatdata och industridata har sammanställts via Nordic Beet Research (NBR), vilket möjliggör analyser av både historiska mönster och framtida scenarier.

STICS-modellen har installerats och testats med svenska indata och använts för grundläggande simuleringar av grödans utveckling (English, 2026a). Detta har gett en fungerande modellmiljö, men full operativ integration i ett samlat modelleringssystem har inte genomförts under projektperioden, vilket avviker från den ursprungliga planen.

Tillgång har etablerats till modellerna TERRANIMO och J-DISTAS. TERRANIMO har implementerats lokalt som förberedelse för framtida systemintegration, medan J-DISTAS i praktiken inte har körts inom projektet utan planeras för externt modellutförande i samarbete med INRAE. Detta innebär att modellkedjan för beräkning av tillgängliga skördedagar ännu inte är fullt sammanhållen i ett internt system, vilket också utgör en avvikelse från ursprunglig ambition om integrerad implementation.

En modell för lagringsförluster efter skörd har utvecklats och representerar ett viktigt metodmässigt resultat. Den har dock inte integrerats i ett komplett klimatprojektionsdrivet system, vilket begränsar möjligheten till helhetsanalyser men samtidigt visar på en tydlig modulär utvecklingspotential.

Sammantaget visar resultaten att de centrala komponenterna för en avancerad riskanalys finns på plats, men att den fullständiga systemintegration som ursprungligen planerades ännu återstår.

Arbetet har synliggjorts i en artikel i *Betodlaren* (English, 2024). Dessutom planeras en presentation i form av ett lunchseminarium vid Hushållningssällskapet till 9 september 2026 (English 2026b)

Kommunikation och kunskapsunderlag (AP2)

AP2 har resulterat i en systematisk kunskapsöversikt som sammanställts i ett vetenskapligt manuskript som sänts till en vetenskaplig tidskrift, samt i ett preprint (English & Blennow, 2026). Arbetet har genomförts enligt plan vad gäller litteraturinsamling och screening.

Resultaten visar att det finns ett mycket begränsat vetenskapligt underlag som direkt behandlar hur framtida klimatförändringar förväntas påverka risker vid skörd och lagring av rot- och knölgrödor i tempererade klimat. Trots att cirka 2 800 studier screenades (2019–2024) uppfyllde endast fem artiklar inklusionskriterierna, och inga av dessa kvantifierade förändringar i risknivåer kopplade till skörd och lagring.

En kompletterande icke-systematisk genomgång av litteratur från 2004–2018 identifierade ytterligare fem modelleringsstudier, samtliga avseende potatis. Dessa indikerar möjliga förändringar såsom tidigare skördetidpunkter och förändrade lagringsförhållanden under ett varmare klimat, men även dessa studier saknar kvantitativ analys av riskförändringar.

Sammantaget visar resultaten att forskningsfältet i hög grad saknar studier som kopplar samman klimatprojektioner med processer i skörd och efterföljande lagring. Detta pekar på en tydlig kunskapslucka vad gäller integrerade analyser av klimat, skördelogistik och lagringsprocesser.

Samlad diskussion

Projektet visar att sockerbetsproduktionens skörde- och lagringssystem är tydligt klimat känsligt, särskilt i relation till extrema väderhändelser såsom kraftig nederbörd under skörd och frosthändelser under lagringsperioden. Samtidigt framträder en systemmässig begränsning i att skörd och lagring påverkas av flera samverkande faktorer, klimat, markförhållanden och logistiska beslut, som i dagsläget ofta analyseras var för sig snarare än i ett integrerat ramverk.

Resultaten från litteraturstudien visar dessutom att det finns ett mycket begränsat vetenskapligt underlag som kopplar förväntade framtida klimatförändringar till risker vid skörd och lagring av rot- och knölgrödor i tempererade klimat. Endast ett fåtal studier uppfyller relevanta kriterier, och inga av dessa kvantifierar förändringar i risknivåer. Detta innebär att den vetenskapliga grunden för integrerade och framåtblickande riskbedömningar fortfarande är svag.

Slutsatser och nytta

Projektet har sammantaget:

- etablerat en datagrund och modellstruktur för analys av skörde- och lagringsrelaterade klimatkänsliga processer,
- utvecklat en modellkomponent för analys av lagringsförluster efter skörd,
- genomfört en systematisk kunskapssyntes som visar på en tydlig och betydande forskningslucka,
- identifierat brist på kvantitativa studier som kopplar klimatförändringar till risker i skörd och lagring,
- samt tydliggjort behovet av fortsatt metodutveckling och integrerade analysramverk snarare än enbart vidare modellutbyggnad.

För näringsliv och samhälle indikerar resultaten att risker i sockerbetsproduktion inte enbart kan förstås som en direkt effekt av klimatförändringar, utan också är beroende av samspelet mellan klimat, skördelogistik och lagringshantering. Projektet visar samtidigt att dagens riskhantering till stor del bygger på separata informationskällor snarare än samlade beslutsstöd.

För akademien bidrar projektet med en tydlig kartläggning av en forskningslucka inom kopplingen mellan klimatförändringar och skörd-/lagringsprocesser, samt med en uppsättning preliminära modellkomponenter och begreppsramar som kan vidareutvecklas i framtida studier.

Fortsatta utvecklingsbehov och möjligheter

Det finns ett tydligt behov av att utveckla mer integrerade analysramverk snarare än att enbart vidareutveckla enskilda modellkomponenter. Detta gäller särskilt kopplingen mellan klimatprojektioner, mark- och grödprocesser, skördelogistik och lagringsförluster.

Särskilt viktiga utvecklingsområden är:

- Integrerade riskmodeller som kopplar samman klimat, markbärighet, skördefönster och lagringsprocesser i ett gemensamt ramverk
- Rumslig variation i skörd- och lagringsförhållanden, där mikro- och lokalklimat, jordegenskaper och fältgeometri kan skapa betydande skillnader som inte fångas i dagens mer aggregerade analyser
- Stärkt koppling mellan klimatdata och operativa beslut, med fokus på att översätta klimatinformation till användbara riskmått
- Utveckling av beslutsstöd och kommunikation, där komplexa riskförhållanden görs mer tillgängliga för odlare, entreprenörer och industri

Den rumsliga variationen i fält och lagringsförhållanden framstår särskilt som ett viktigt framtida utvecklingsområde, eftersom den sannolikt förklarar en stor del av den observerade variationen i både skördeförutsättningar och lagringsutfall som inte fångas av dagens mer generella modeller.

Referenser

Blennow, K., Anander, E. (2026) Beyond adoption rates: Farmer motivations and communication needs in straw management decision-making. *GCB Bioenergy*, 18:e70111. DOI: <https://doi.org/10.1111/gcbb.70111>

Blennow, K, Persson, E., Persson, J., 2021. DeveLoP – a rationale and toolbox for Democratic Landscape Planning. *Sustainability*, 13, 12055.
<https://doi.org/10.3390/su132112055>

English, W. (2026a) <https://www.meran.se/stics-growth-model-installation/>

English, W. (2026b) Lunchseminarium 9 september 2026. Hushållningssällskapet. Streaming och videoinspelning.

English, W. (2024) Skördeförhållanden och lagringsrisker.
https://betodlarna.se/storage/2024/09/Betis-nr-3-2024_www.pdf

English, W. and Blennow, K. (2026) Climate risk in the harvest and post-harvest storage of root and tuber crops of temperate climates. Manuskript insänt till vetenskaplig tidskrift och publicerats som preprint hos SSRN. DOI: [10.2139/ssrn.6639518](https://doi.org/10.2139/ssrn.6639518)