JUURIKKAAN VARASTOINTI

William English
we@nbrf.nu

Euroopan maaseudun
kehittämisen maatalousrahasto:
Eurooppa investoi maaseutualueisiin

Nordic Beet Research Foundation (NBR)

- Ruotsi & Tanska
- Noin 8 täysiaikaista työntekijää
- Pääosin viljelijöiden ja teollisuuden rahoittama
- Soveltavaa tutkimusta

- Minä
  - Varastointi (& nostot), etäkuvaus
  - Aksentti = australialainen

Sisältö

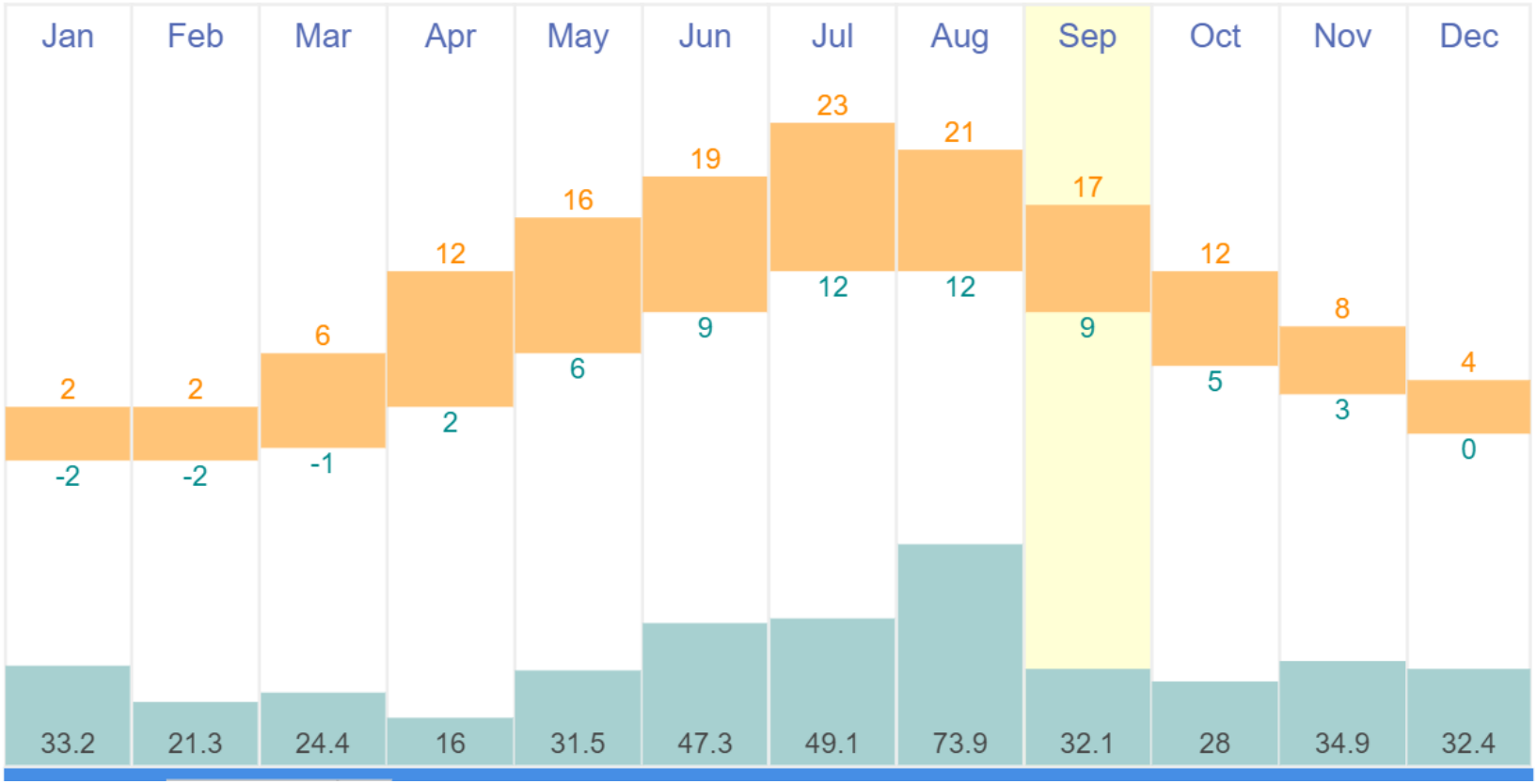
- Tausta
  - Tuotanto Ruotsissa
- Suositukset
- Sadon arvonmenetyksen syyt aumassa
- Näiden syiden hallinta
  - Päämäärät
  - Käytännöt
- (Pellossa varastointi)
- (Sensorit)

Ruotsin käyntikausi

- Aloitus 26.9.
- Nostot päätökseen marraskuun puoleenväliin mennessä
  - 60 vrk
- Tehdas kiinni tammikuun puolessa välissä
  - 110 – 120 vrk
- Säilytys
  - 50 vrk

- Tulevaisuus?

Ruotsin käyntikausi: ilmasto



Suositukset

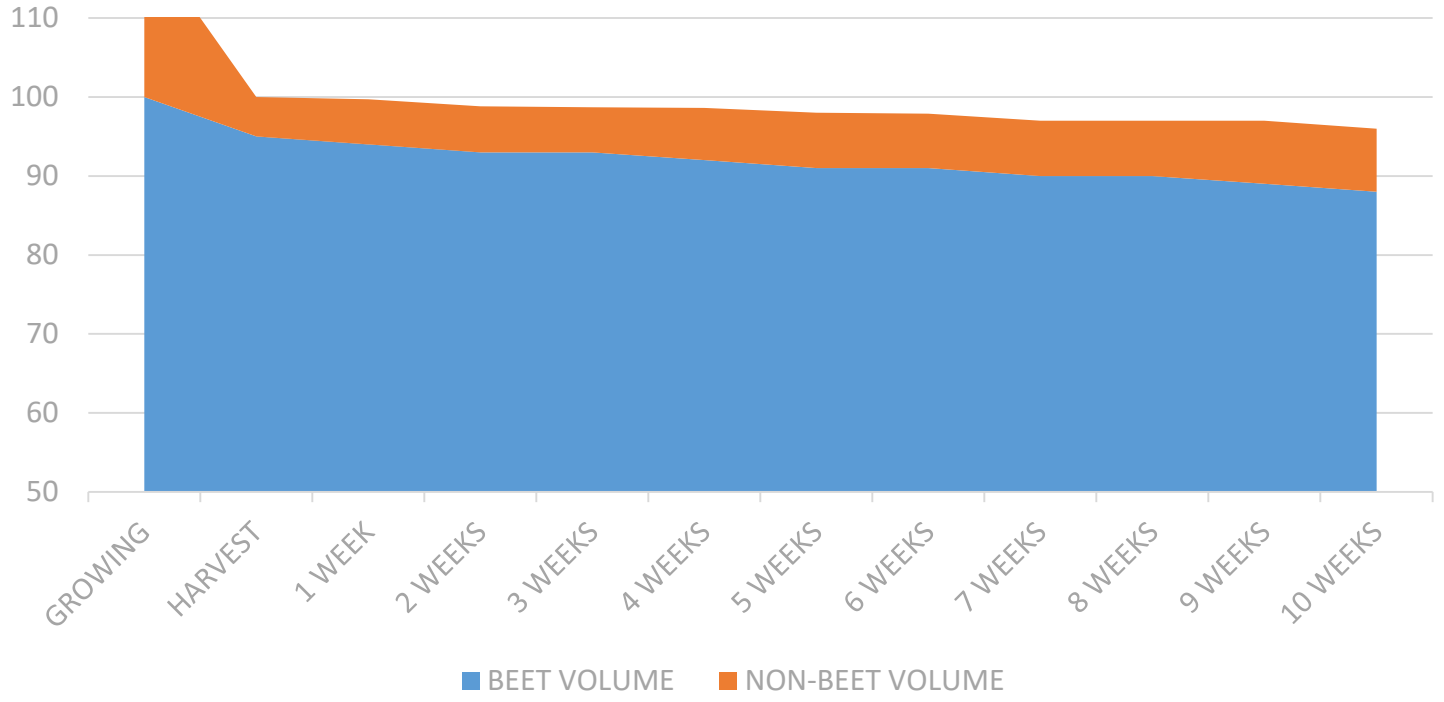
- Varastoi hyväkuntoisia juurikkaita
- Poista naatti kokonaan
- Käsittele varastoitavia juurikkaita varoen
- Auman oikeat mittasuhteet ja sijainti

- Pidettävä kuivana
- Tavoitelämpötila aumassa 2–4 astetta
- Maksimilämpösumma 300 astetta
- Vältä jäätymistä

Suositukset

- Tavoite: säilyttää sadon arvo

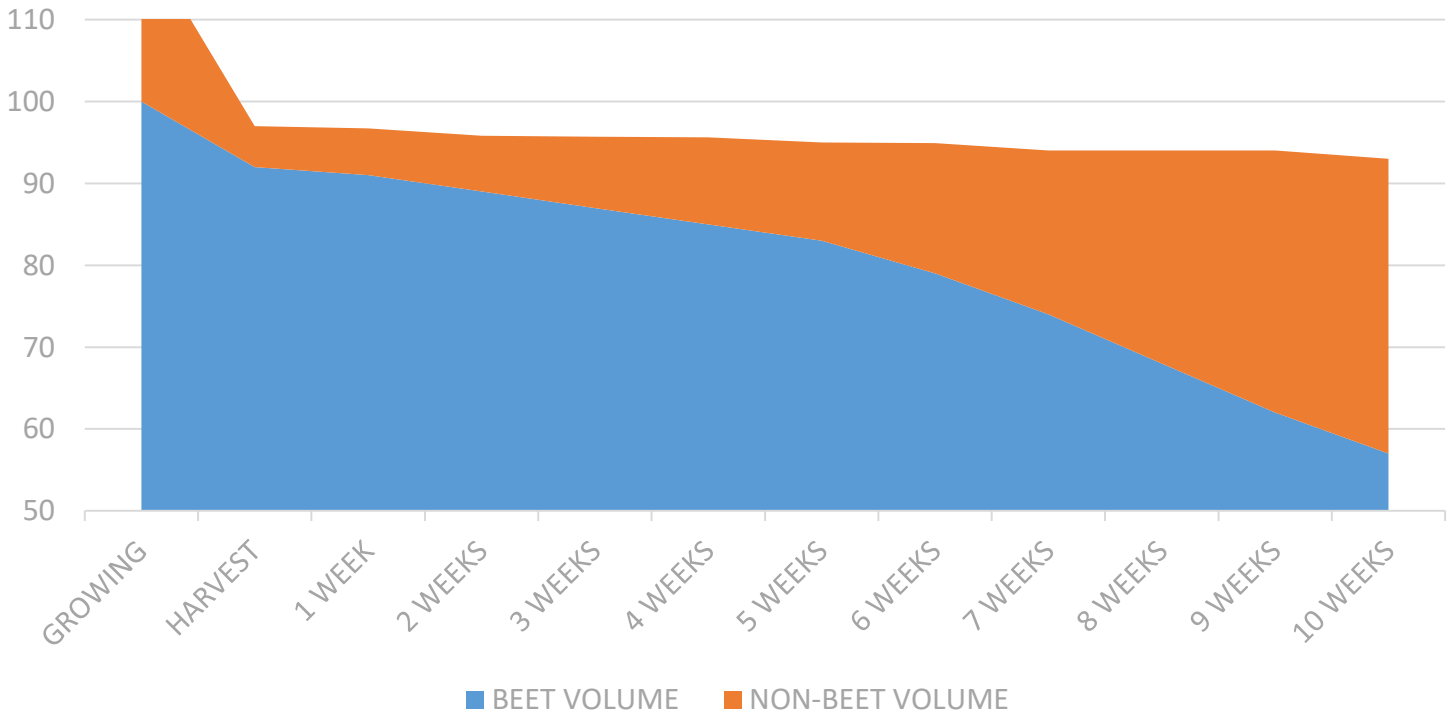
- Arvo = toimitettu määrä x näytteen laatu



Suositukset

- Tavoite: säilyttää sadon arvo

- Arvo = toimitettu määrä x näytteen laatu



Arvo

- Määrä x Näytteen laatu

- Määrä
  - Se osa juurikkaasta, joka voidaan toimittaa ja toimitetaan.

- Näytteen laatu
  - [+] sokeripitoisuus
  - [-] Multapitoisuus
    - Naatti
    - Multa
    - Kivet
    - Jäätyneet/Mädäntyneet juurikkaat
    - Rikkakasvit
    - Terveet ja sairaat juurikkaan palaset

Määrä

- Beet
  - 76% Vesi
  - 18% Sokeri
  - 6% Soluseinät ym.

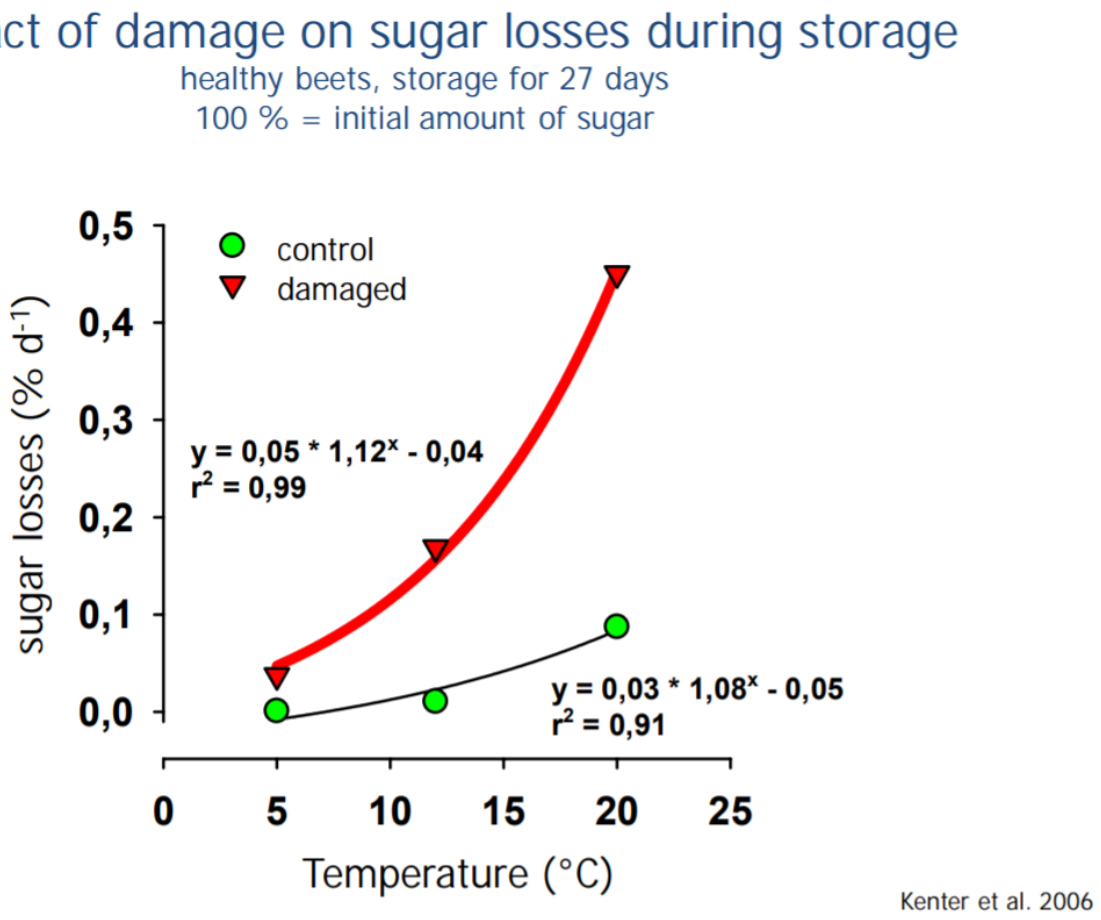
Laatu

- Sokeripitoisuus
  - Sakkaroosin määrä juurikkaassa
- Multapitoisuus
  - Näytteen osuus, joka ei koostu juurikkaasta

Value

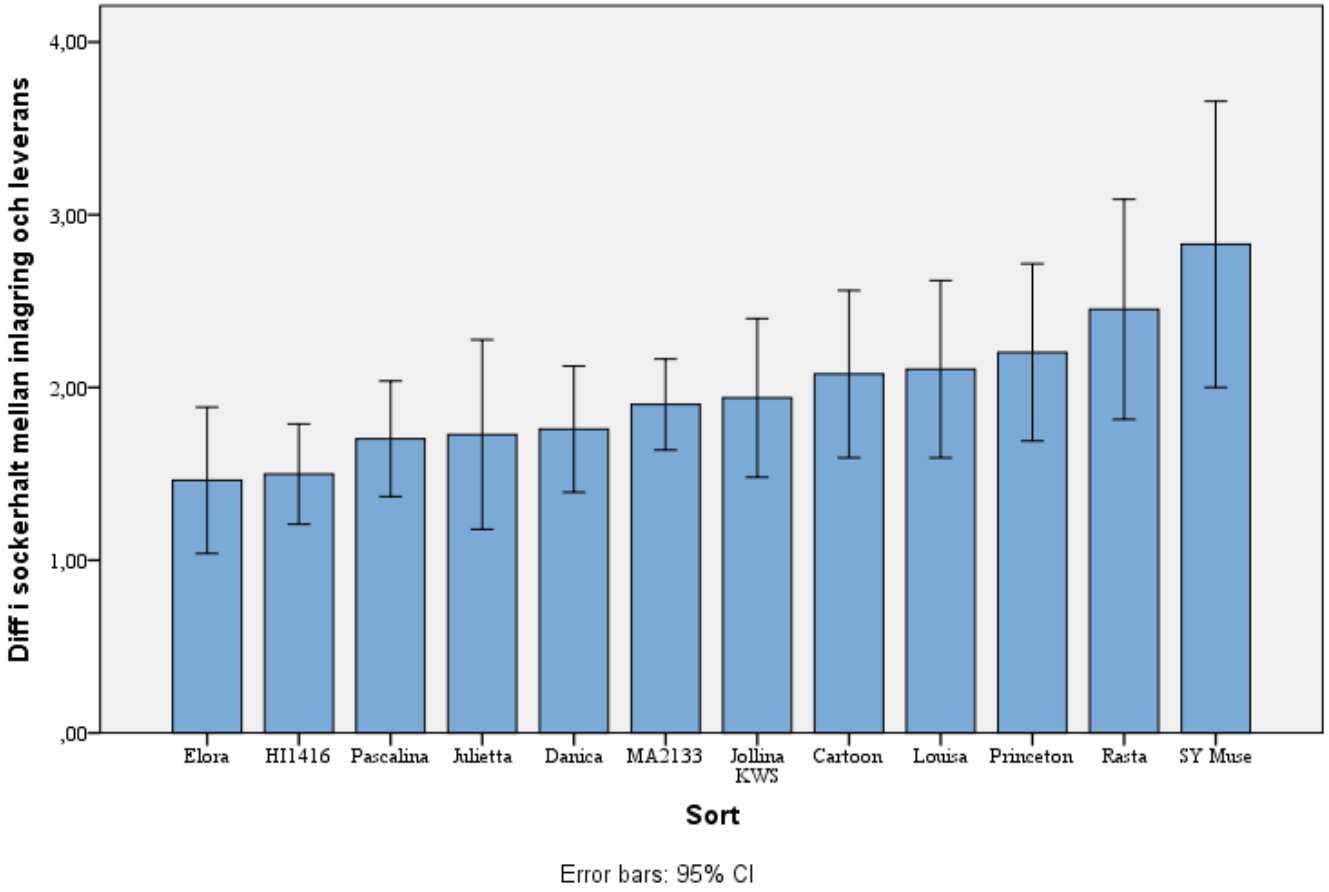
- Maksimoi arvon säilyminen minimoimalla:
  - Vauriot
  - Hengitys
  - Jäätyminen
  - Homeet ja mädät
  - Ylimääräinen vesi

Vauriot & varastointi



Kenter et al. 2006

Varastointi & lajikkeet

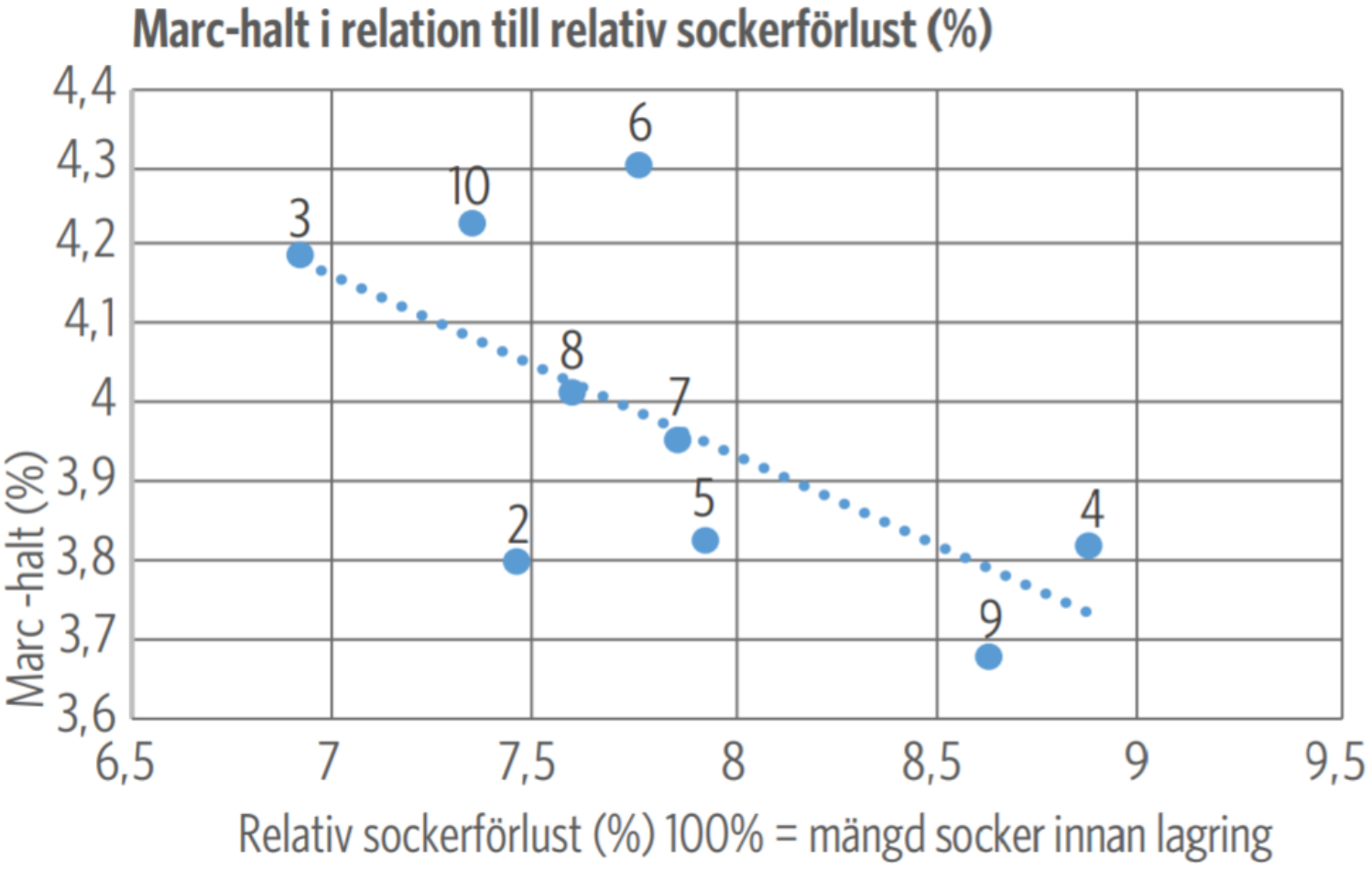


Vauriot & kestävyys

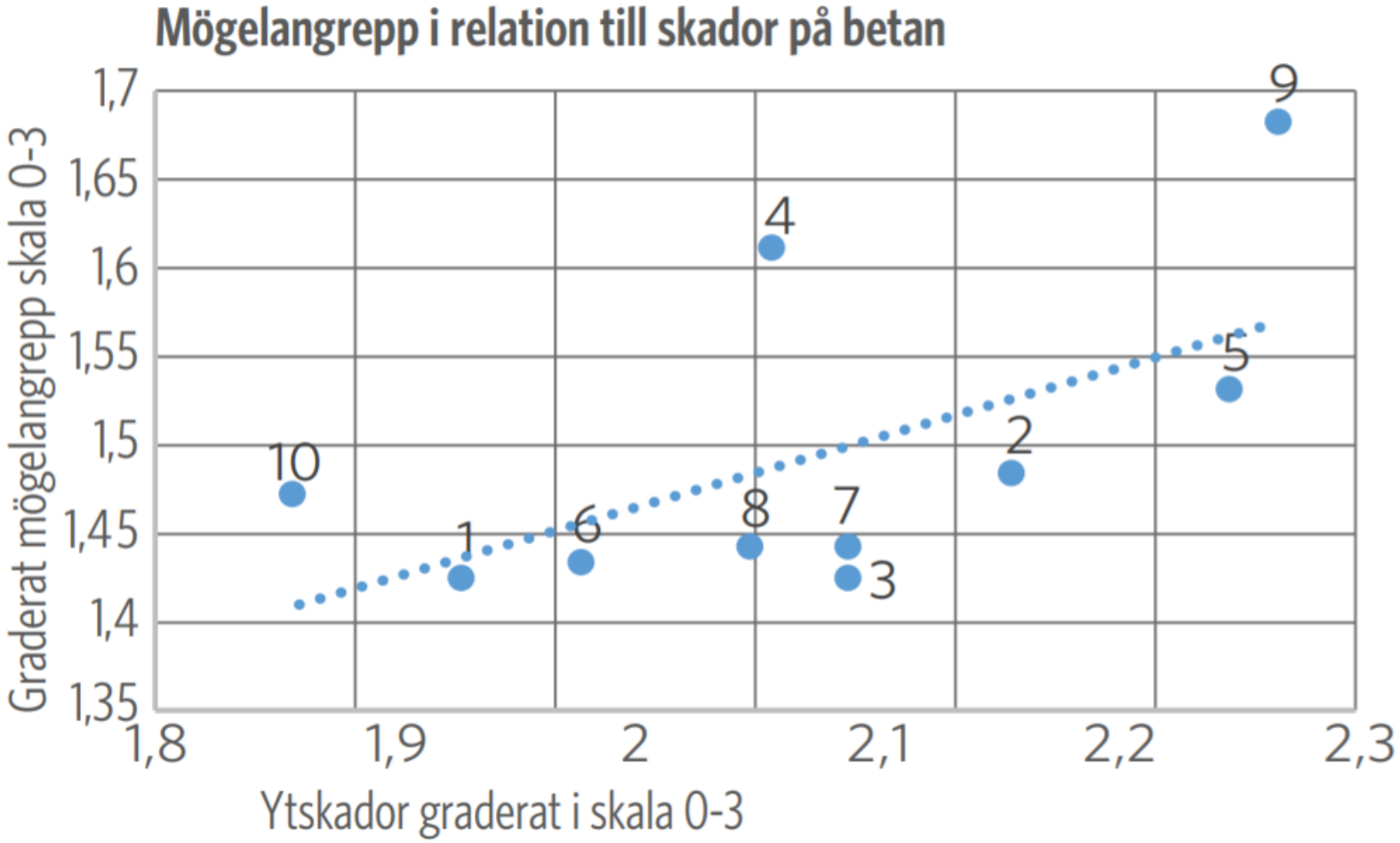
- Juurikas
  - 76% Vesi
  - 18% Sokeri
  - 6% Soluseinät ym.
    - 3,5 – 4,5% ei-liukenevat aineet

      aineet
    - Enemmän soluseiniä = stabiilimmat solut
    - Vakaa tekijä

Vauriot & kestävyys



Vauriot & kestävyys

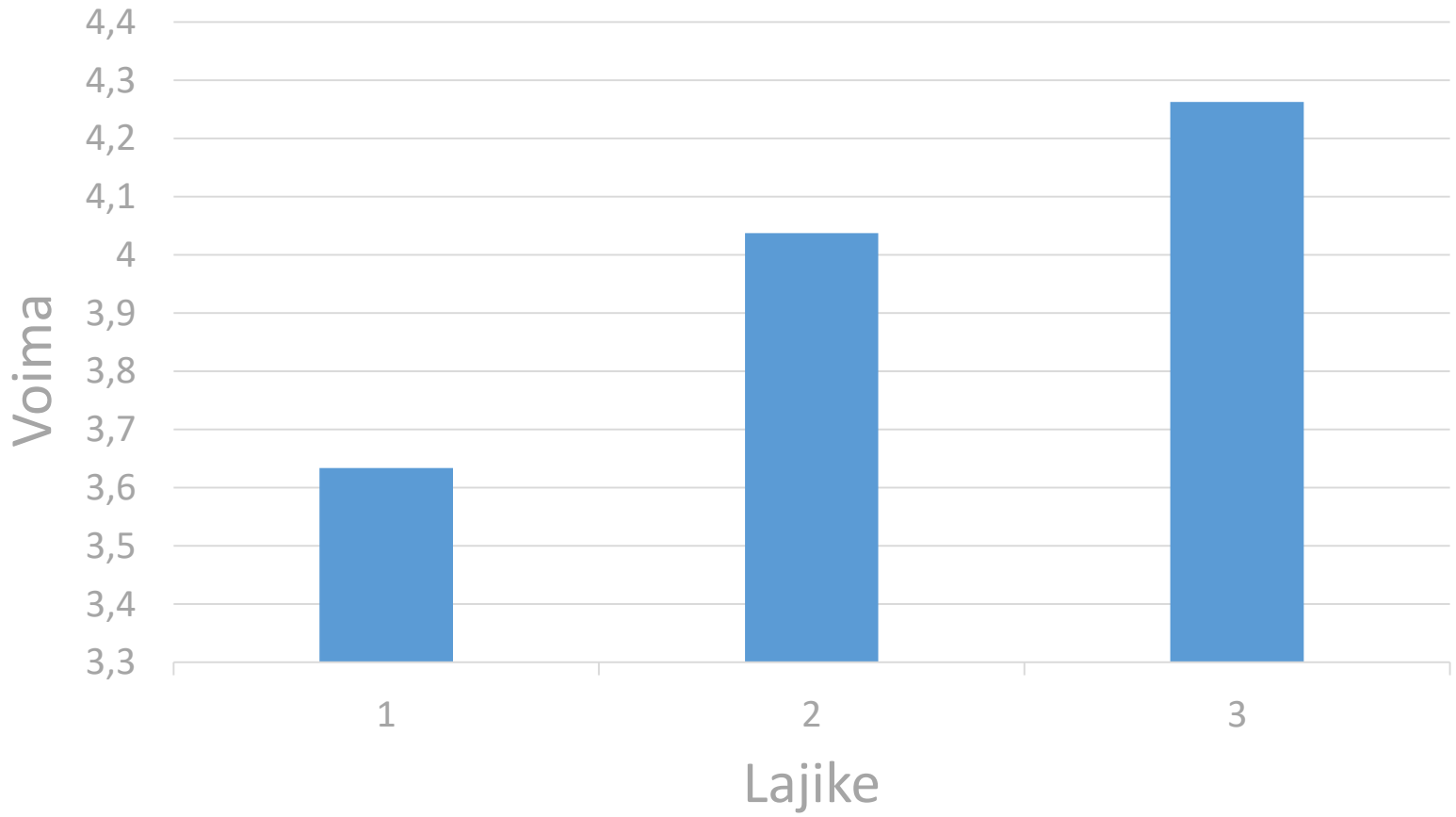


bonavita

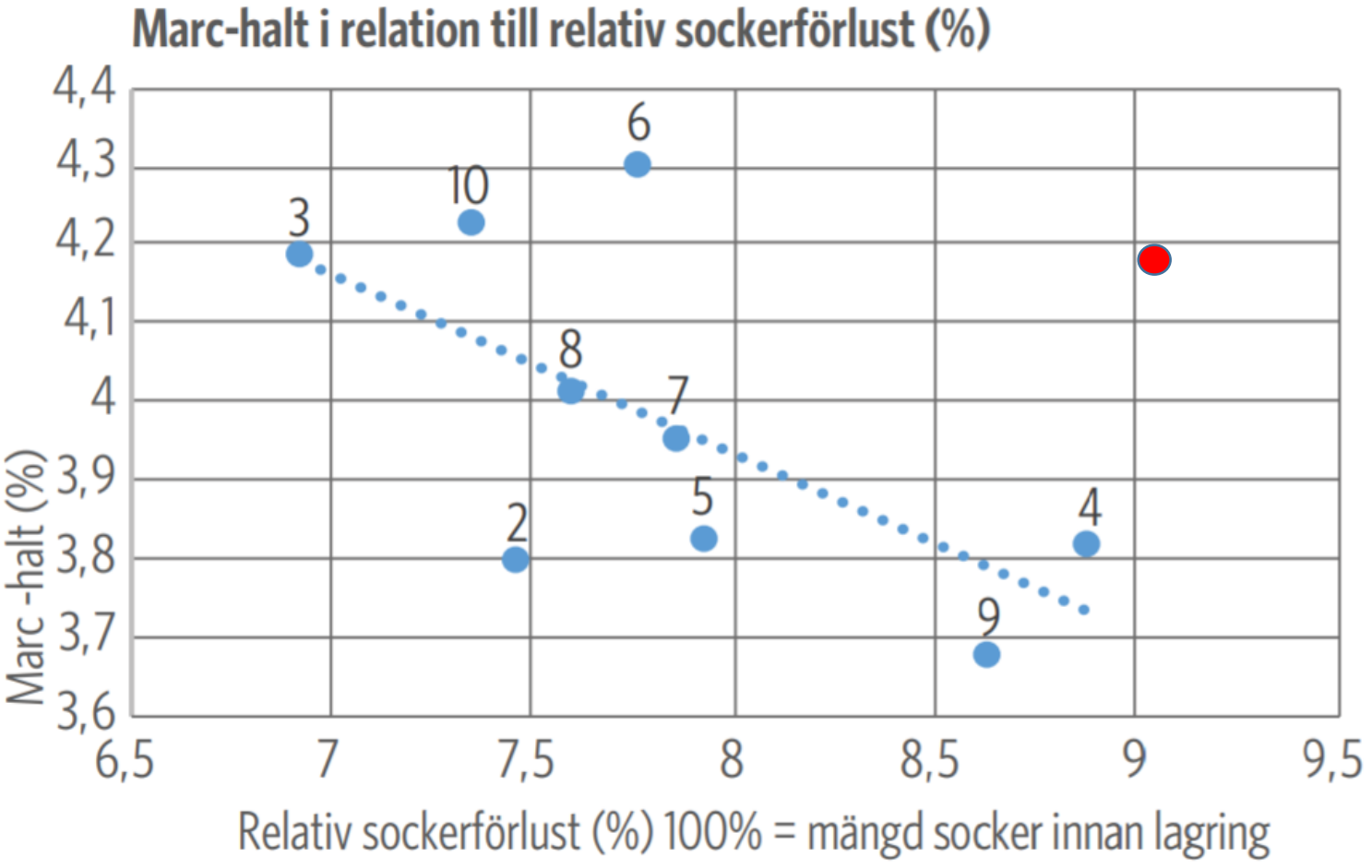
Vauriot & kestävyys

Vauriot & kestävyys

Vauriot & kestävyys



Vauriot & kestävyys



Vauriot & kestävyys

Relation mellan marc-halt och skördevariabler, data är sorterad efter fallande marc-halt. Genomsnitt av 23 försök 2015–2016

Sort	Marc-halt (%)	Sockerhalt (%)	Rotskörd (t/ha^{-1})	Sockerskörd (t/ha^{-1})
9	3,67	17,17	85,22	14,53
2	3,79	17,60	88,34	15,49
4	3,81	17,79	83,28	14,73
5	3,82	17,56	83,92	14,62
7	3,95	17,87	82,18	14,58
8	4,01	18,37	80,83	14,77
3	4,18	18,09	76,66	13,82
10	4,22	17,52	81,15	14,11
1	4,25	18,86	80,19	15,08
6	4,30	18,61	69,29	12,84
Medel	4,00	17,94	81,1	14,5
LSD	0,09	0,15	2,77	0,51

Vesi

- Aliarvioitu tekijä?
- Vaikutukset
  - Pellolla työskentely

FOTO: ROBERT OLSSON.

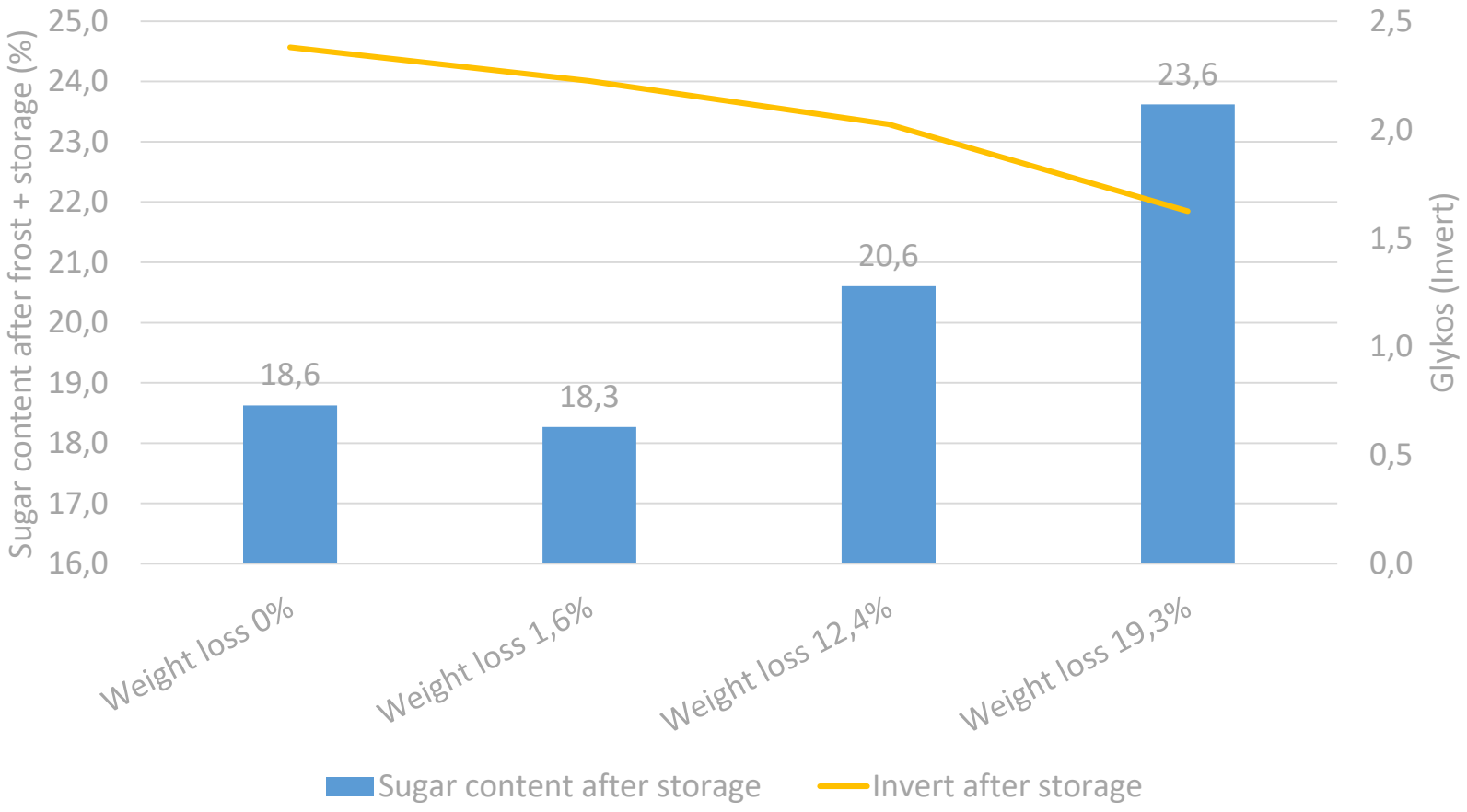
Upptagning under blöta betingelser.

Vesi

- Aliarvioitu tekijä?
- Vaikutukset
  - Pellolla työskentely
  - Määrä juurikkaassa (± 76%)

Kuivuneet juurikkaat

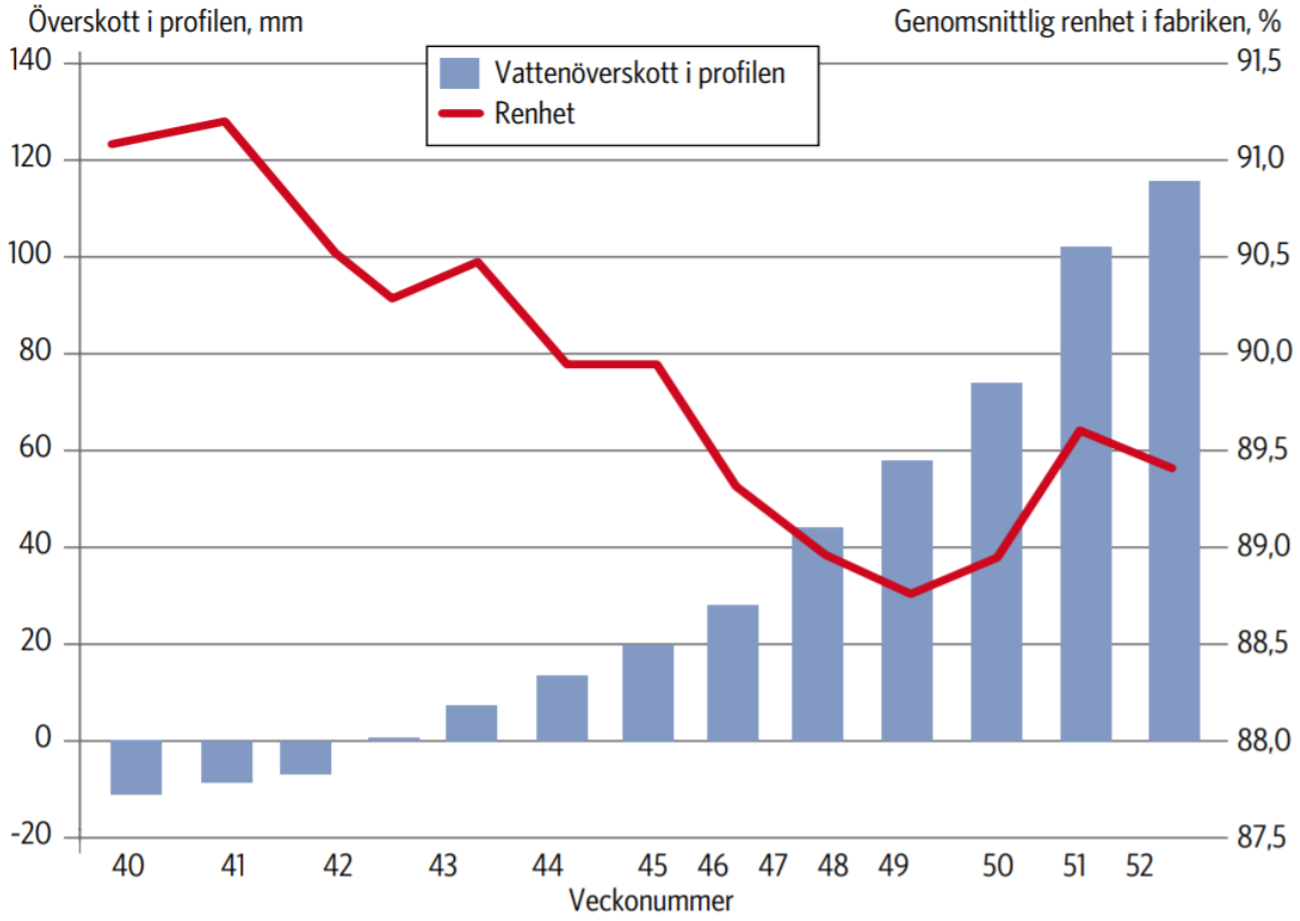
- Vaikuttaa epätodennäköiseltä ongelmalta
  - Lähes aina korkea kosteus ja matala lämpötila
- 12 % pudotus painossa, kun 15° C aktiivisella kosteuden vähentämisellä
  - 7 vrk
- Saattaa olla jopa toivottavaa
  - Noin 1% lisäys pol.sokerissa auman reunoilla TopTexin alla
    - Vähemmän kuljetettavaa
    - Korkeampi painoekvivalentti
    - Ehkä silti heikentynyt kannattavuus?


Sugar content after frost + storage (%)
25,0
24,0
23,0
22,0
21,0
20,0
19,0
18,0
17,0
16,0
2,5
2,0
1,5
1,0
0,5
0,0
Glykos (Invert)
18,6
18,3
20,6
23,6
Weight loss 0%
Weight loss 1,6%
Weight loss 12,4%
Weight loss 19,3%
Sugar content after storage
Invert after storage

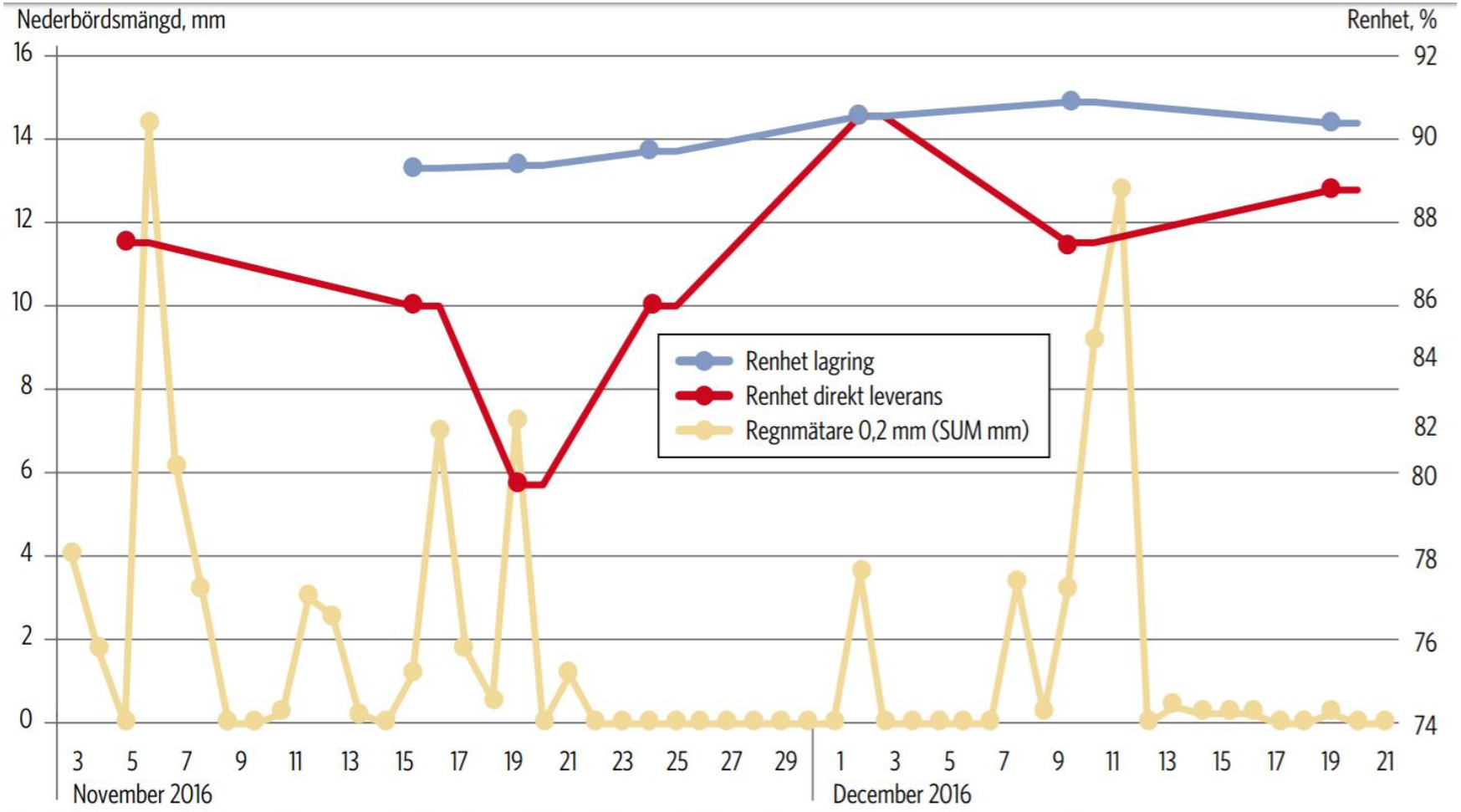
Water

- Aliarvioitu tekijä?
- Vaikutukset
  - Pellolla työskentely
  - Osuus juurikkaassa (± 76%)
  - Multapitoisuus
    - Suora ja varastoitaessa syntyvä

Vesi – Multapitoisuus



Vesi – se todella varastoituu

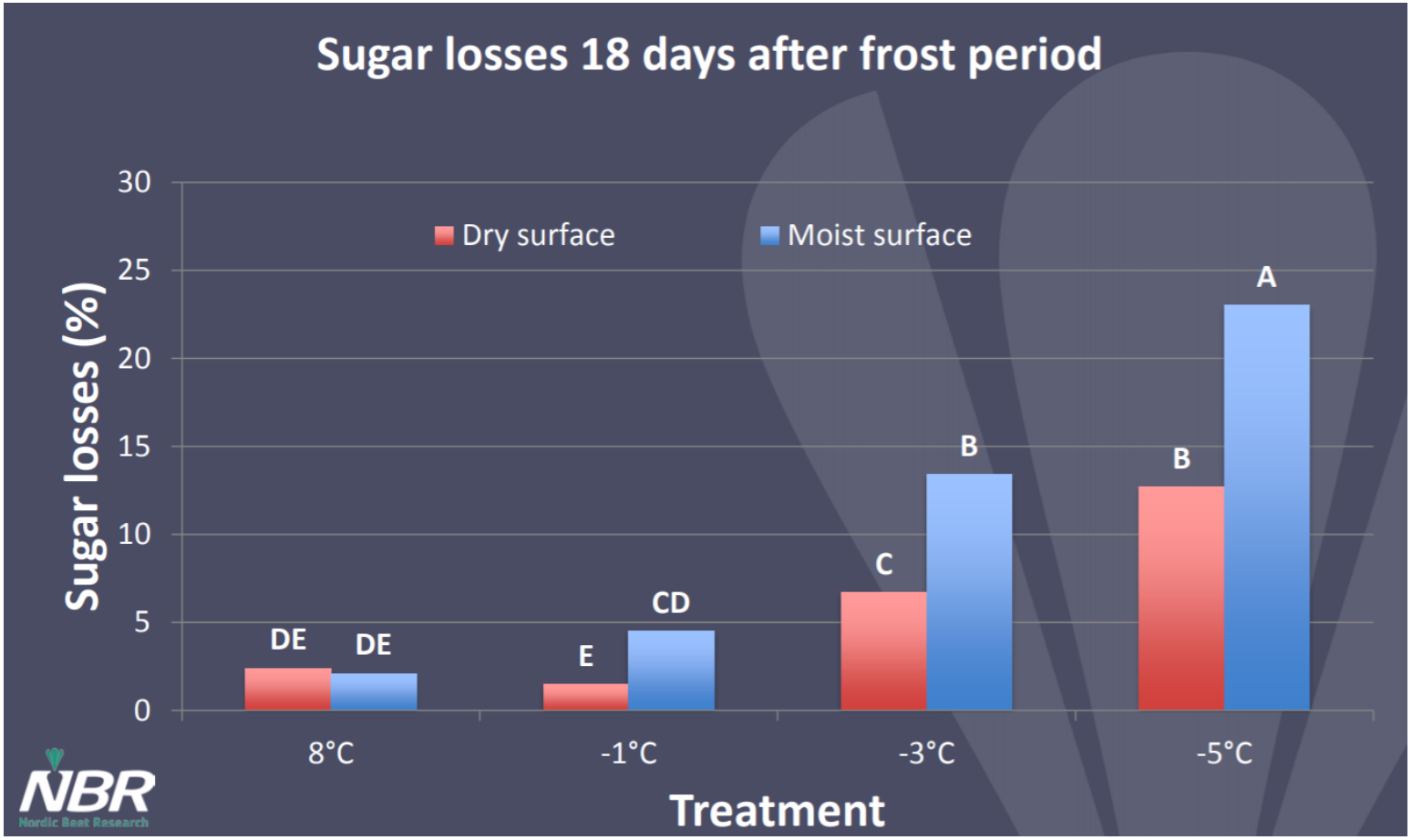


Renhet samt nederbördsmängder under försöksperioden. Illustration från Anders Mårtenssons examensarbete.

Vesi

- Aliarvioitu tekijä?
- Vaikutukset
  - Pellolla työskentely
  - Määrä juurikkaassa (± 76%)
  - Multapitoisuus
    - Suora ja varastoitaessa syntyvä
  - Viilentävä vaikutus
    - Lisää pakkasen vaikutusta

Vesi


Sugar losses 18 days after frost period
Dry surface
Moist surface
Sugar losses (%)
30
25
20
15
10
5
0
DE
DE
E
CD
C
B
B
A
8°C
-1°C
-3°C
-5°C
Treatment
NBR
Nordic Beet Research

Vesi

- Aliarvioitu tekijä?
- Vaikutukset
  - Pellolla työskentely
  - Osuus juurikkaassa (± 76%)
  - Multapitoisuus
    - Suora ja varastoitaessa syntyvä
  - Viilentävä vaikutus
    - Lisää pakkasen vaikutusta
  - Mekaaniset ominaisuudet
    - Turgor eli solun sisäinen paine

- Emme voi pysäyttää
  - Juurikkaiden aineenvaihduntaprosesseja
  - Sienien ja bakteerien aiheuttamaa mätänemistä
  - Pakkasen esiintymistä auman ulkopuolella

- Mutta voimme hidastaa
  - Juurikkaiden aineenvaihduntaa
  - Sienien ja bakteerien aktiivisuutta
  - Pakkasen pääsemistä aumaan

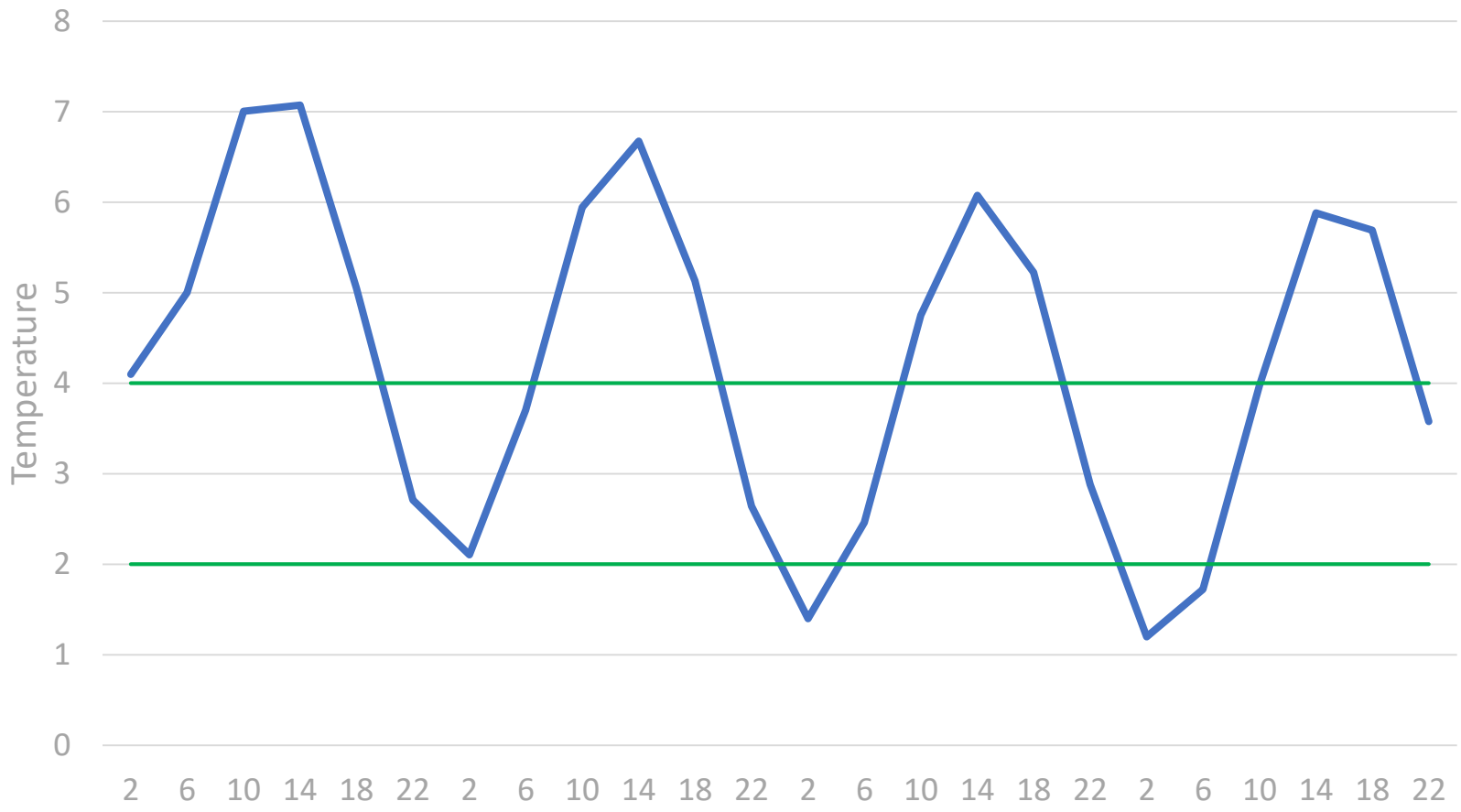
Lämpötila

- Ihanteellinen
  - 2-4°C
    - Saavutettava niin nopeasti kuin mahdollista
    - Parantumisaika?
  - Maximi lämpösumma 300 astetta
    - 0,02% /vrk /aste

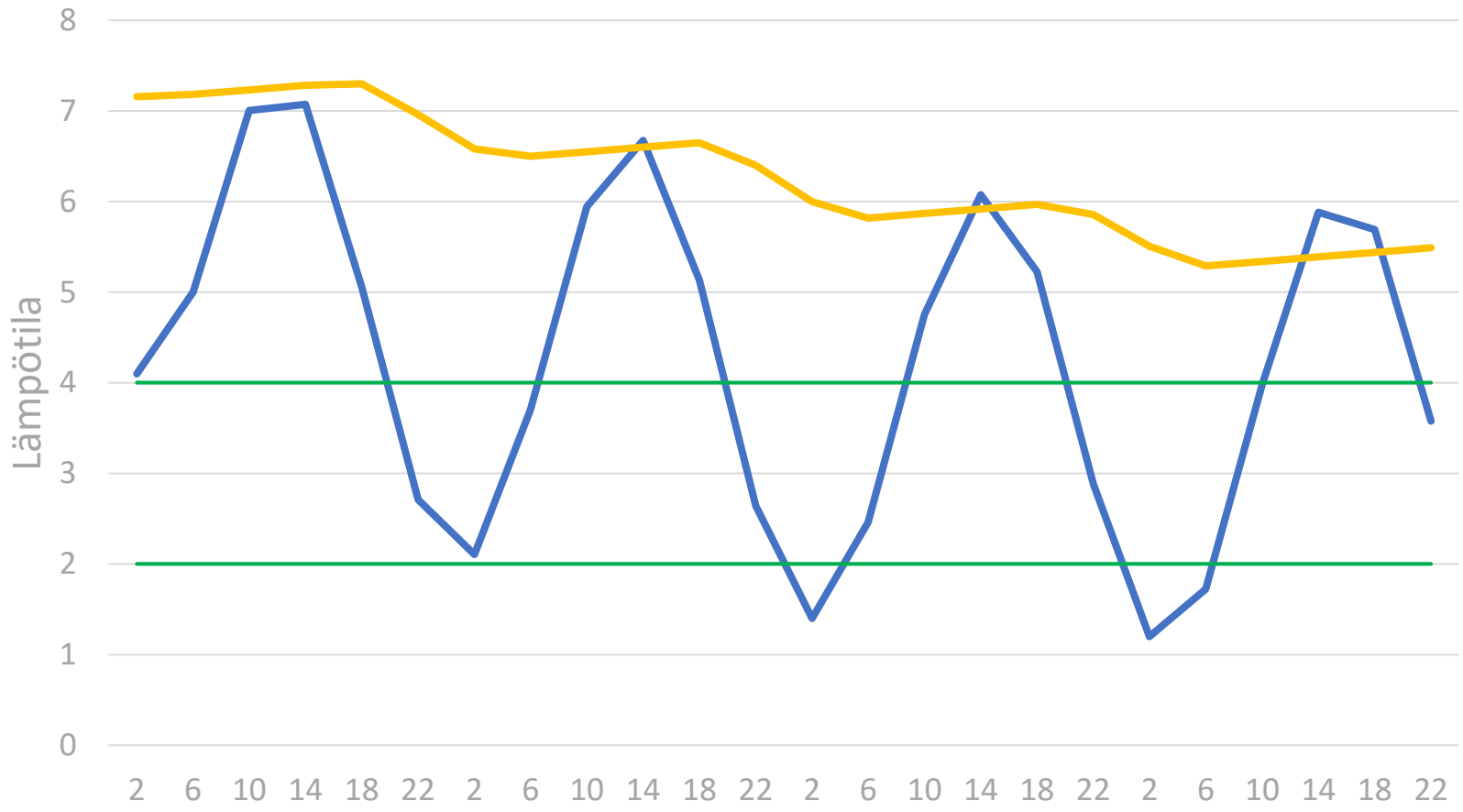
Auman lämpötila	Päiviä 300-asteeseen
10°	30
8°	37
6°	50
4°	75

- Vaihtoehtoisesti
  - Keskimäärin n. -9°C
  - Ei saa sulaa

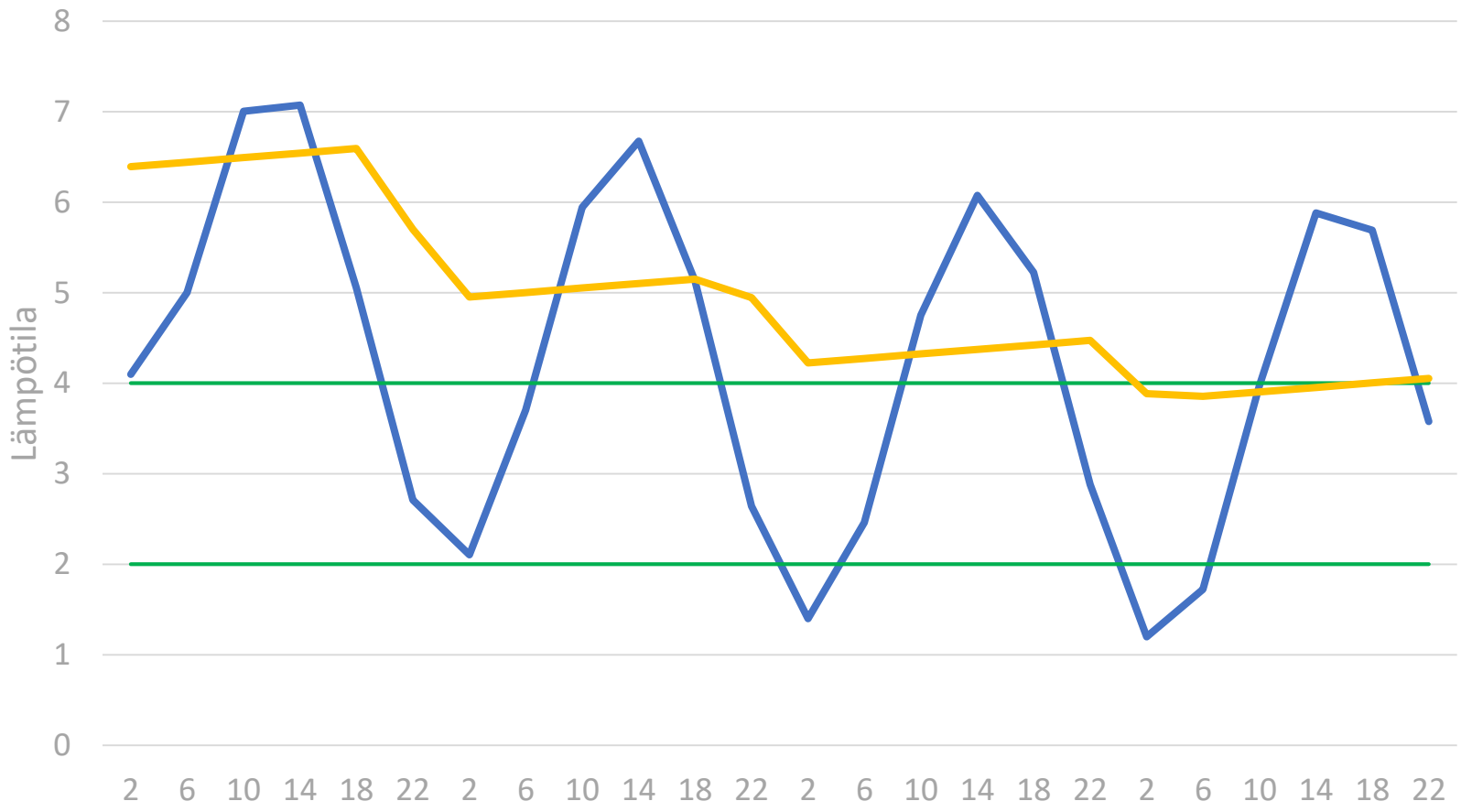
Lämpötila – päämääränä ihannelämpötila



Lämpötila – päämääränä ihannelämpötila



Lämpötila – päämääränä ihannelämpötila



Lämpötila – päämääränä ihannelämpötila

		Auman lämpötila		
		< Päämäärä	= Päämäärä	> Päämäärä
Ulkolämpötila	< 0	Sulje	Sulje	Avaa (varovasti)
	< Auma	Sulje	Avaa (varovasti)	Avaa
	= Auma	Avaa	Avaa	Avaa
	> Auma + lämpö	Avaa	Sulje	Sulje

Lämpötila & realiteetit

- Kuinka lämmintä voi olla?
- Kuinka kova pakkanen?

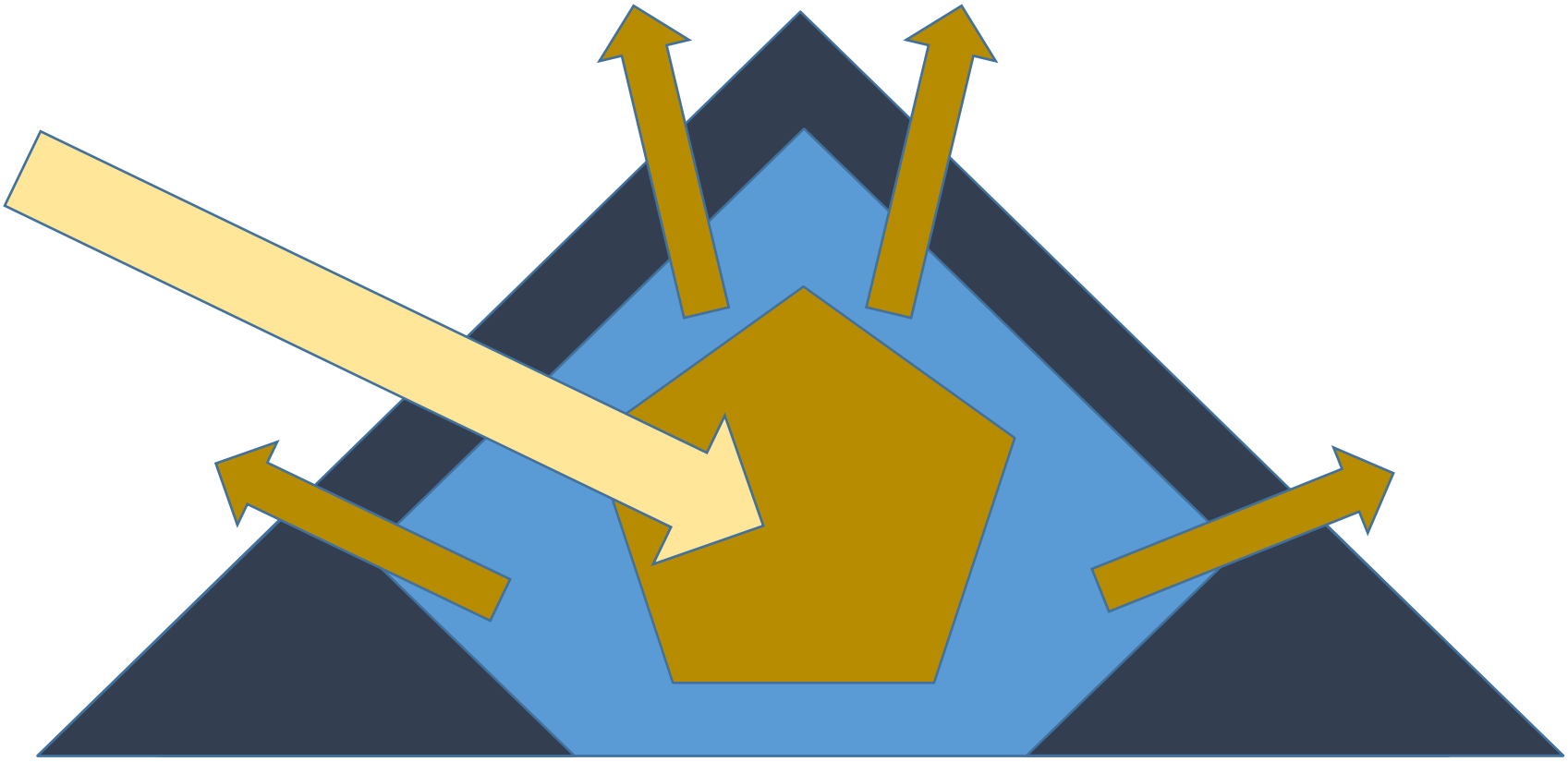
Auman lämpötila

- Lämmöntuotanto vs lämmönvaihto

- Juurikkaat voivat tuottaa lämpöä, joka vas
  yhtä 2000 W lämmitintä / 100tn (@ 5°C)
  - 60% metabolisoidusta sokerista menetetään lämpönä

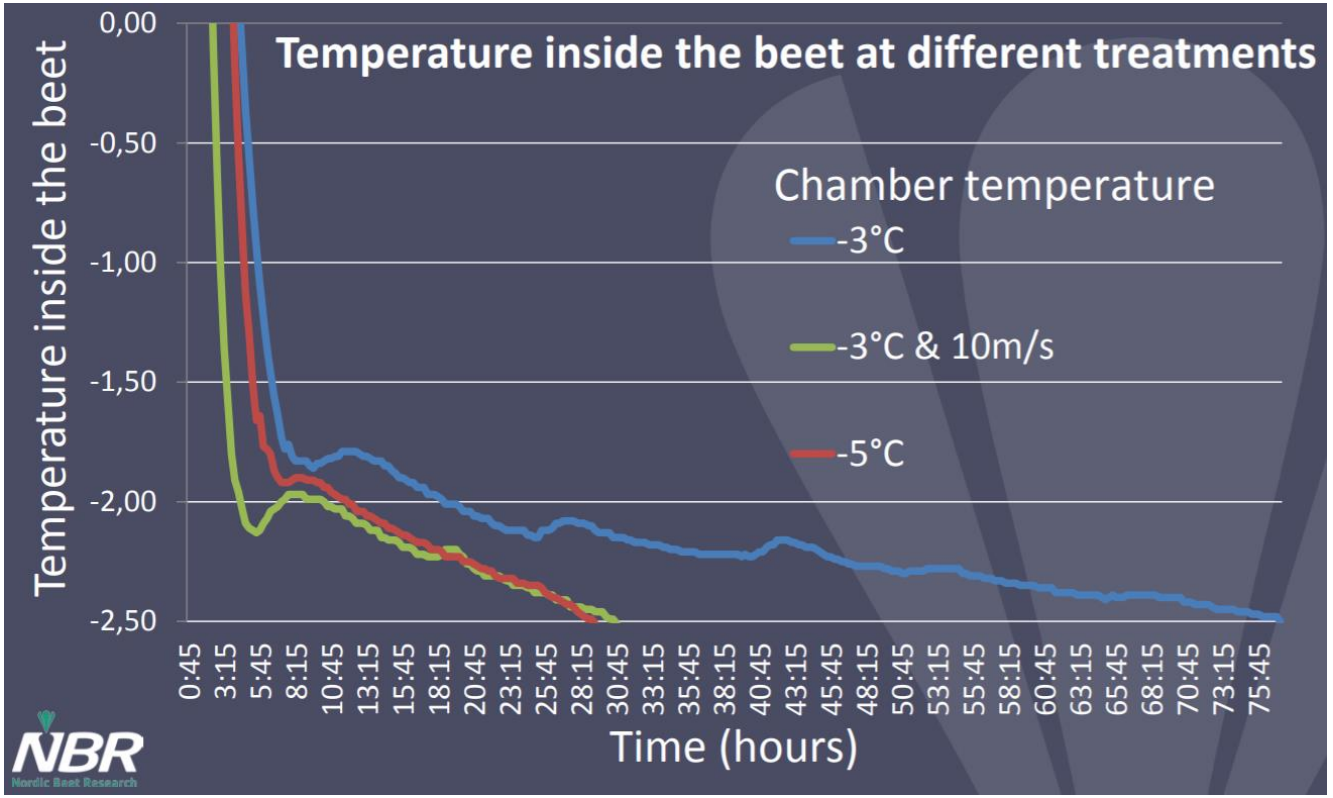
- Lämmönvaihto riippuu:
  - Lämpötilaerosta
  - Ilman sekoittumisnopeudesta
    - Lähes kaikki ilma vaihtuu = ilmankierto

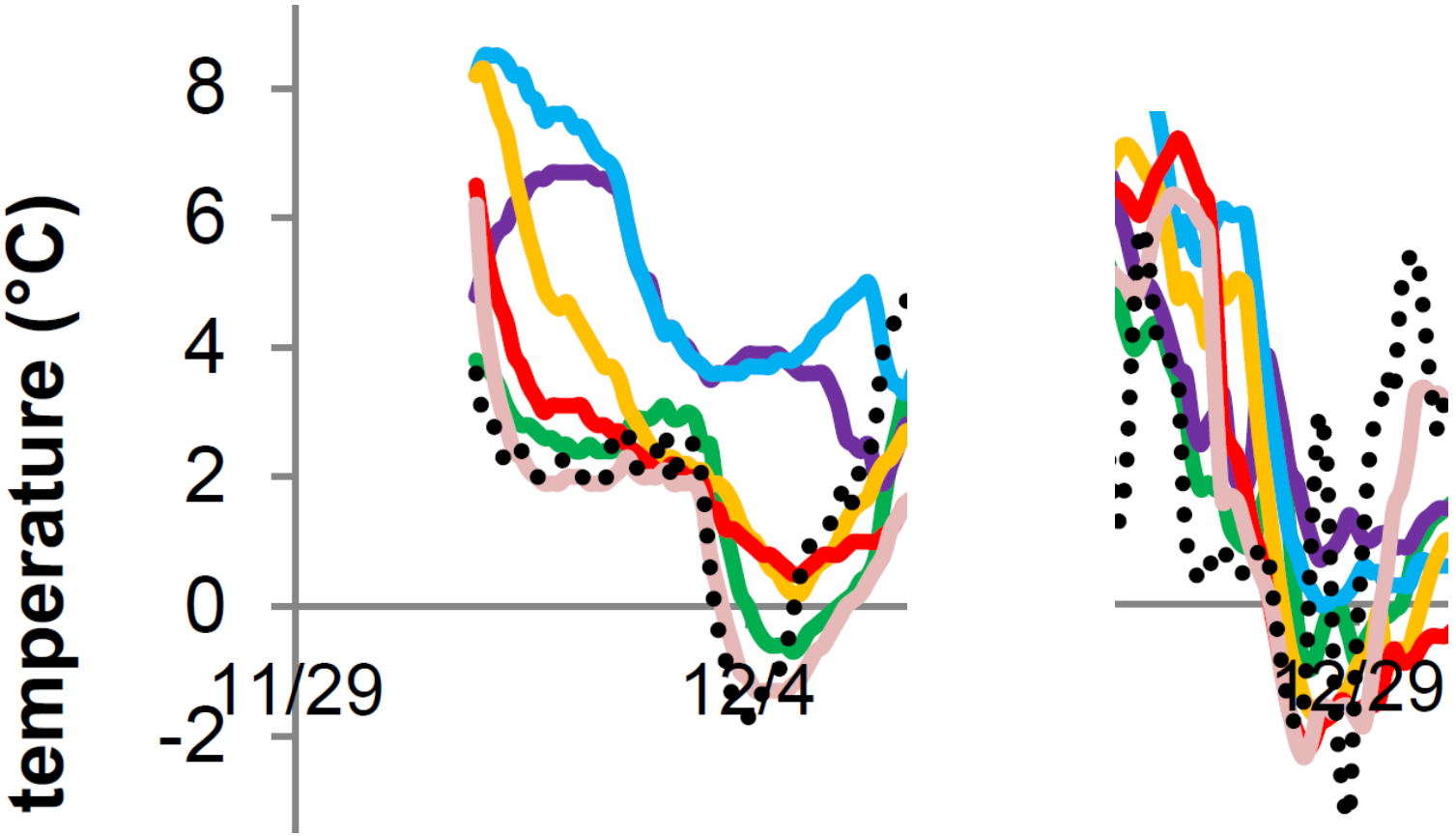
Lämpötila - lämmönvaihto



Lämmönvaihto - Tuuli

- Nestedynamiikka aumassa : suuri tuntematon tekijä
- Kaksi varmaa asiaa:
  - Tuuli lisää lämmönvaihtoa
    - 2 x kun 10m/s vs 0 m/s
    - -3°C + 10m/s ≈ -5°C




temperature (°C)
8
6
4
2
0
-2
11/29
12/4
12/29

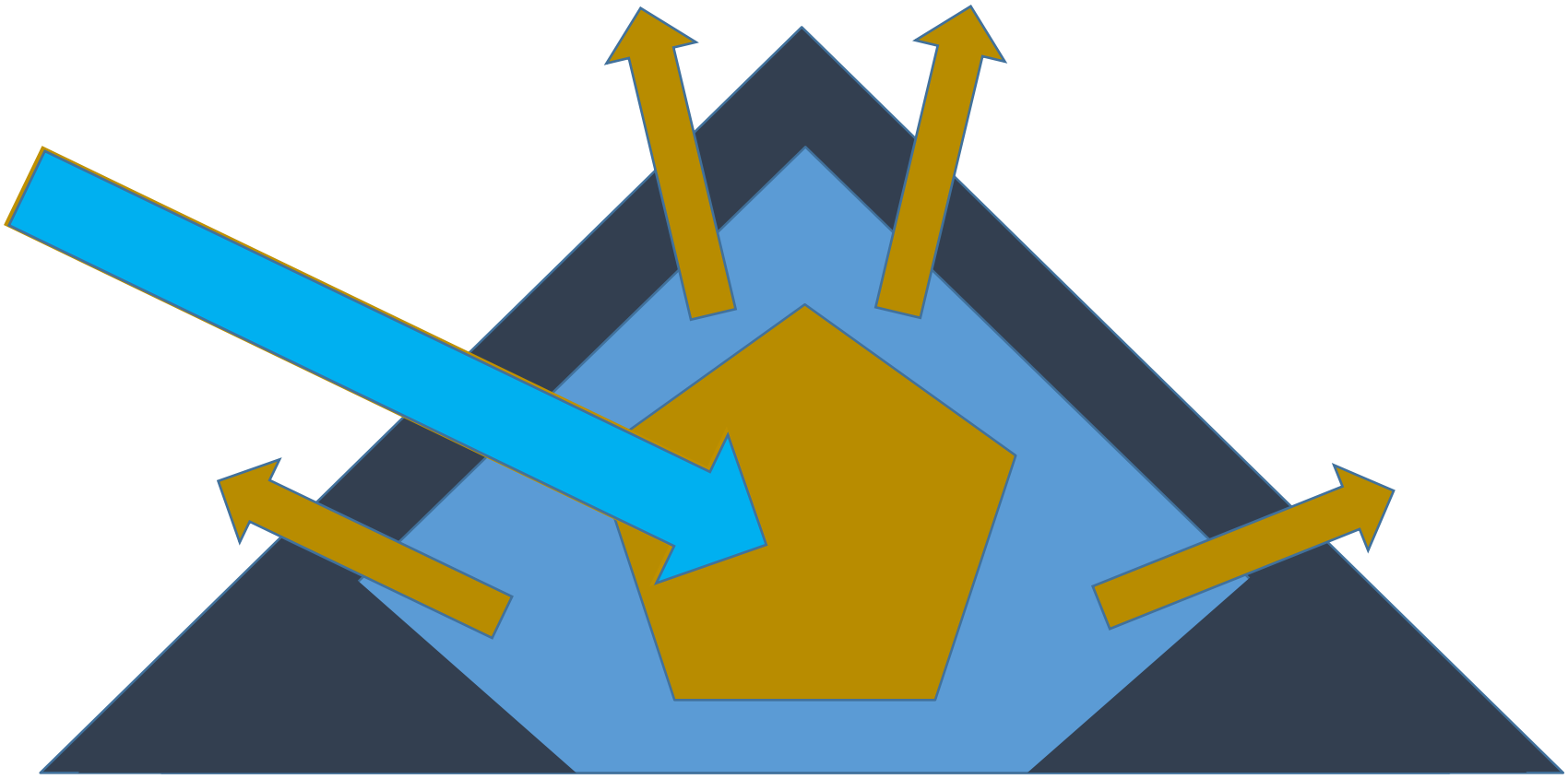
Lämmönvaihto - Tuuli

- Nestedynamiikka aumassa: suuri tuntematon tekijä
- Kaksi varmaa asiaa:
  - Tuuli lisää lämmönvaihtoa
    - 2 x kun 10m/s vs 0 m/s
    - -3°C + 10m/s ≈ -5°C
  - Peittäminen hidastaa tuulen vaikutusta
    - TopTex ≈ 90% ilman virtauksen vähentyminen
    - Muovi ≈ 99.5% ilman virtauksen vähentyminen (sisään ja ulos!)
    - Muovi + olki ≈ 99.5% ilman virtauksen vähentyminen + matala lämmönjohtuminen

Lämmönvaihto - Tuuli

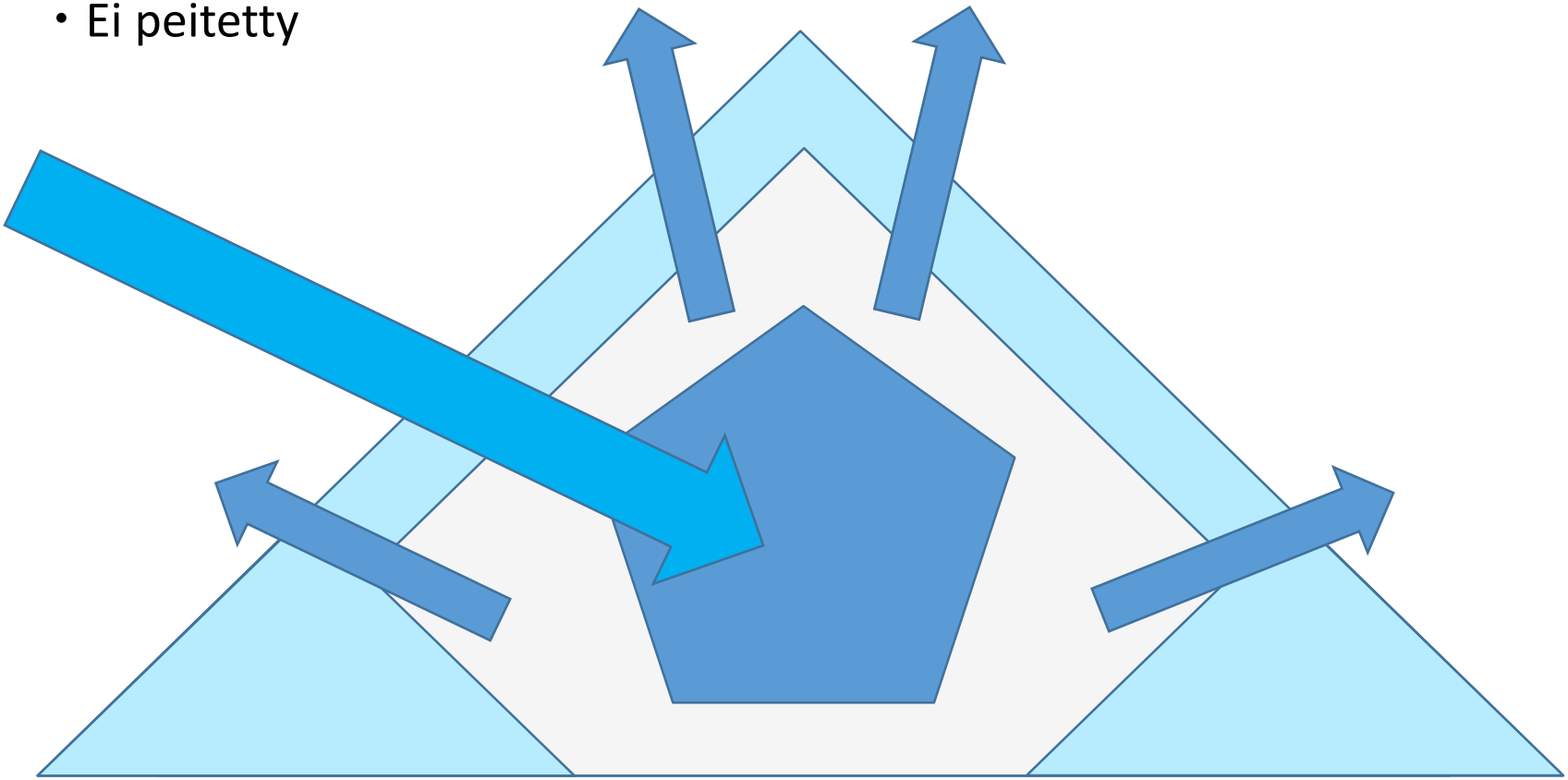
Kulma	Ennen (m/s)	Jälkeen (m/s)	Ero
45°	4,50	0,42	9%
45°	5,50	0,50	9%
45°	11,43	1,40	12%
90°	4,47	0,59	13%

Lämpötila - lämmönvaihto



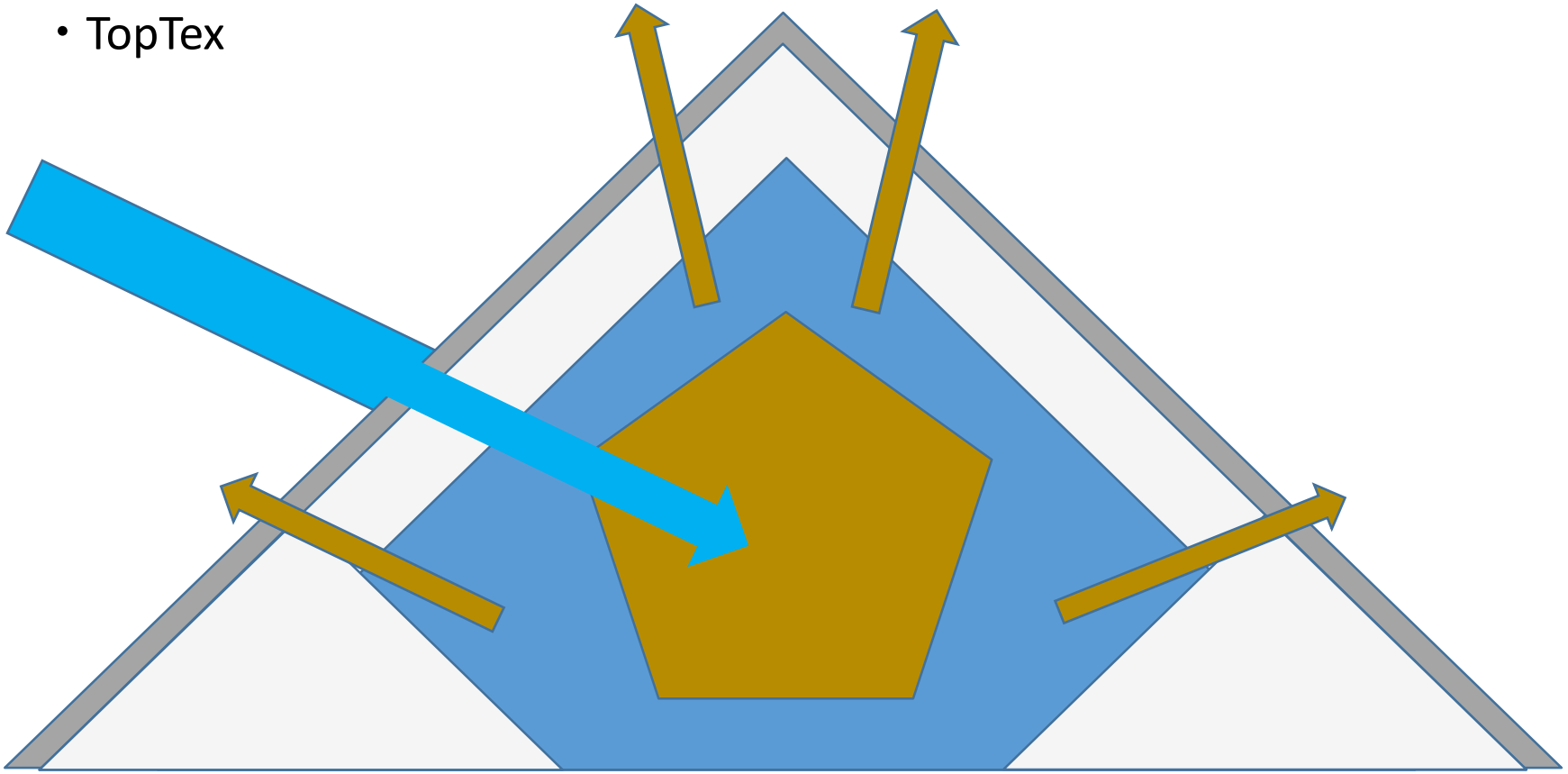
Lämpötila - lämmönvaihto

- Ei peitetty



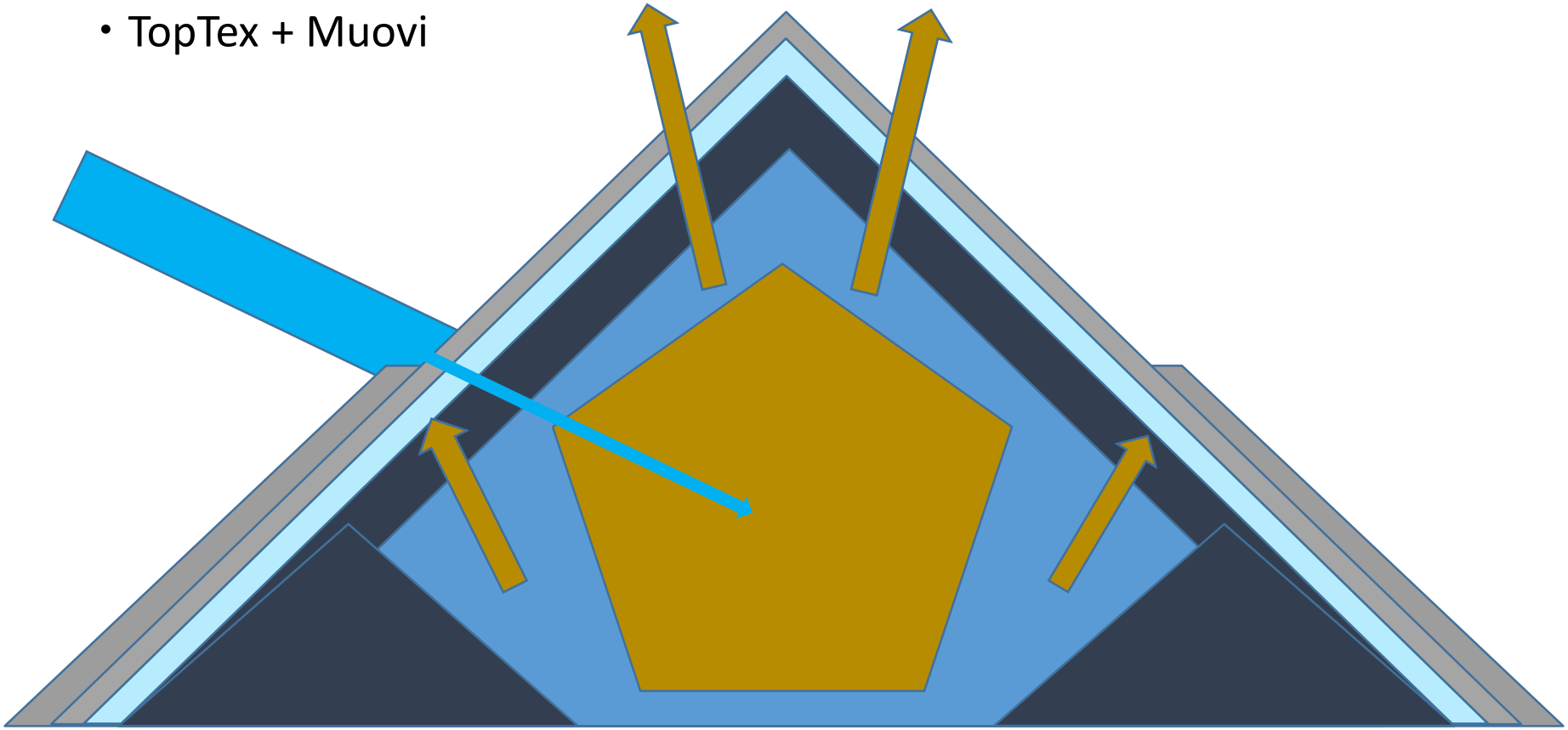
Lämpötila - lämmönvaihto

- TopTex

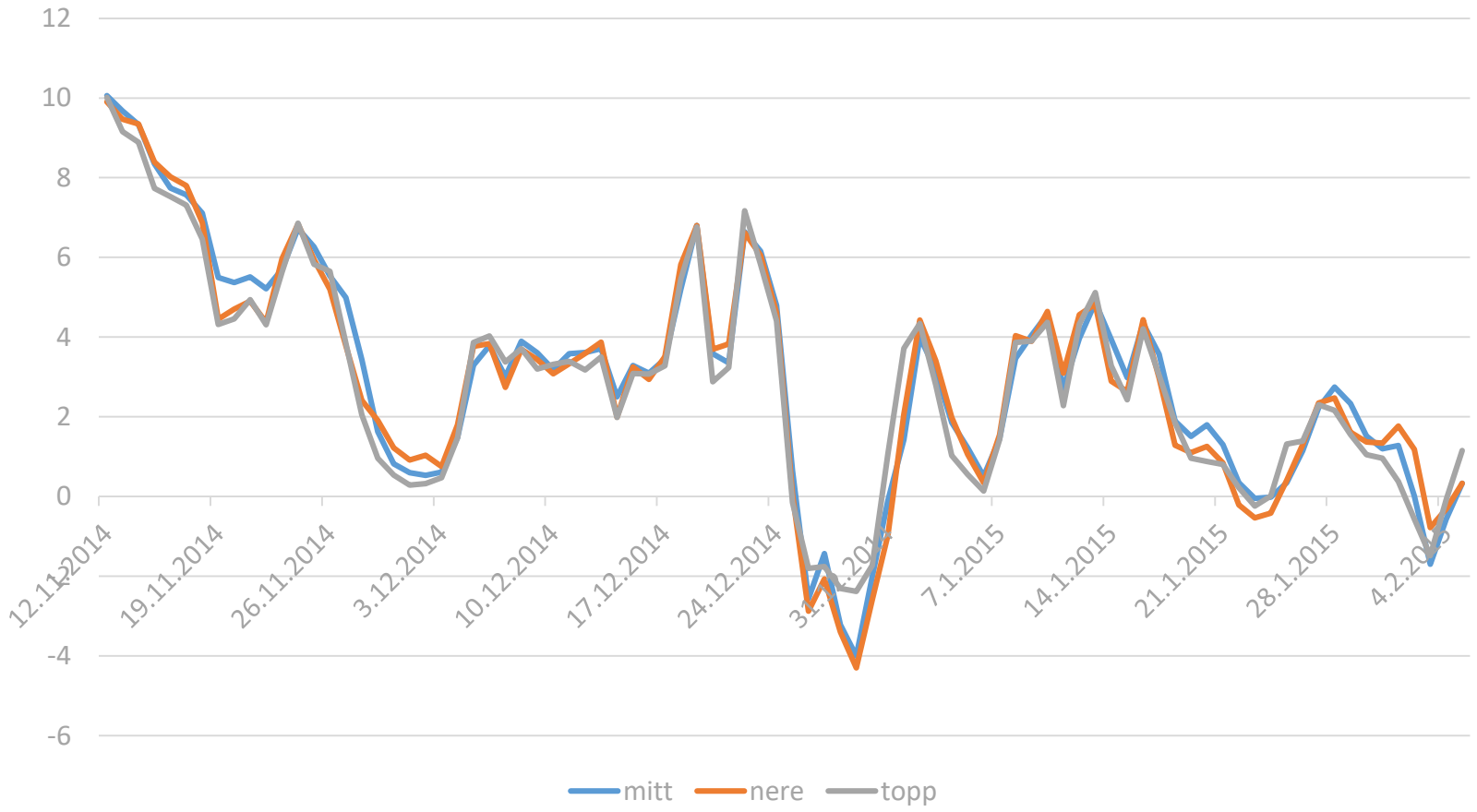


Lämpötila - lämmönvaihto

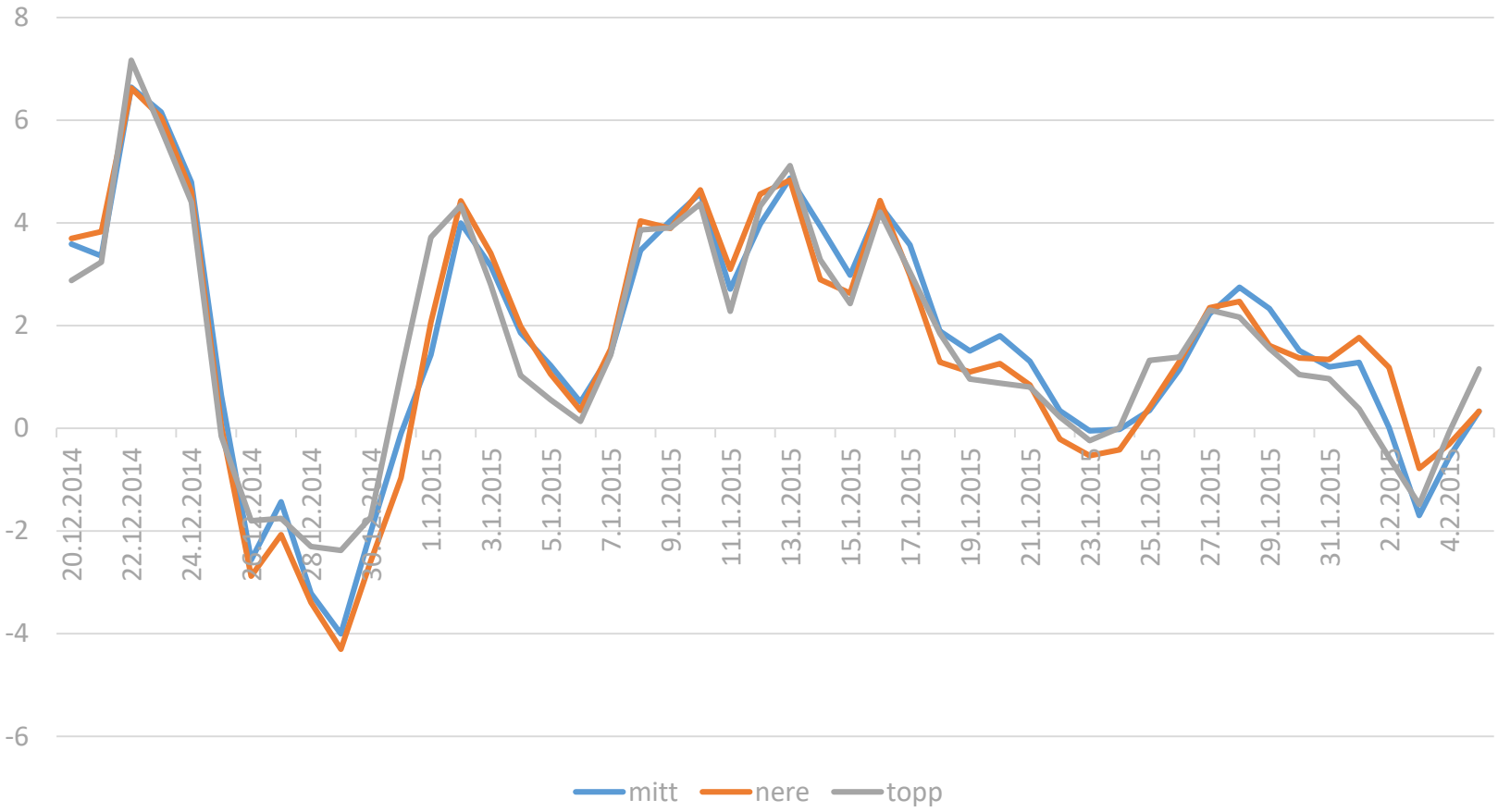
- TopTex + Muovi



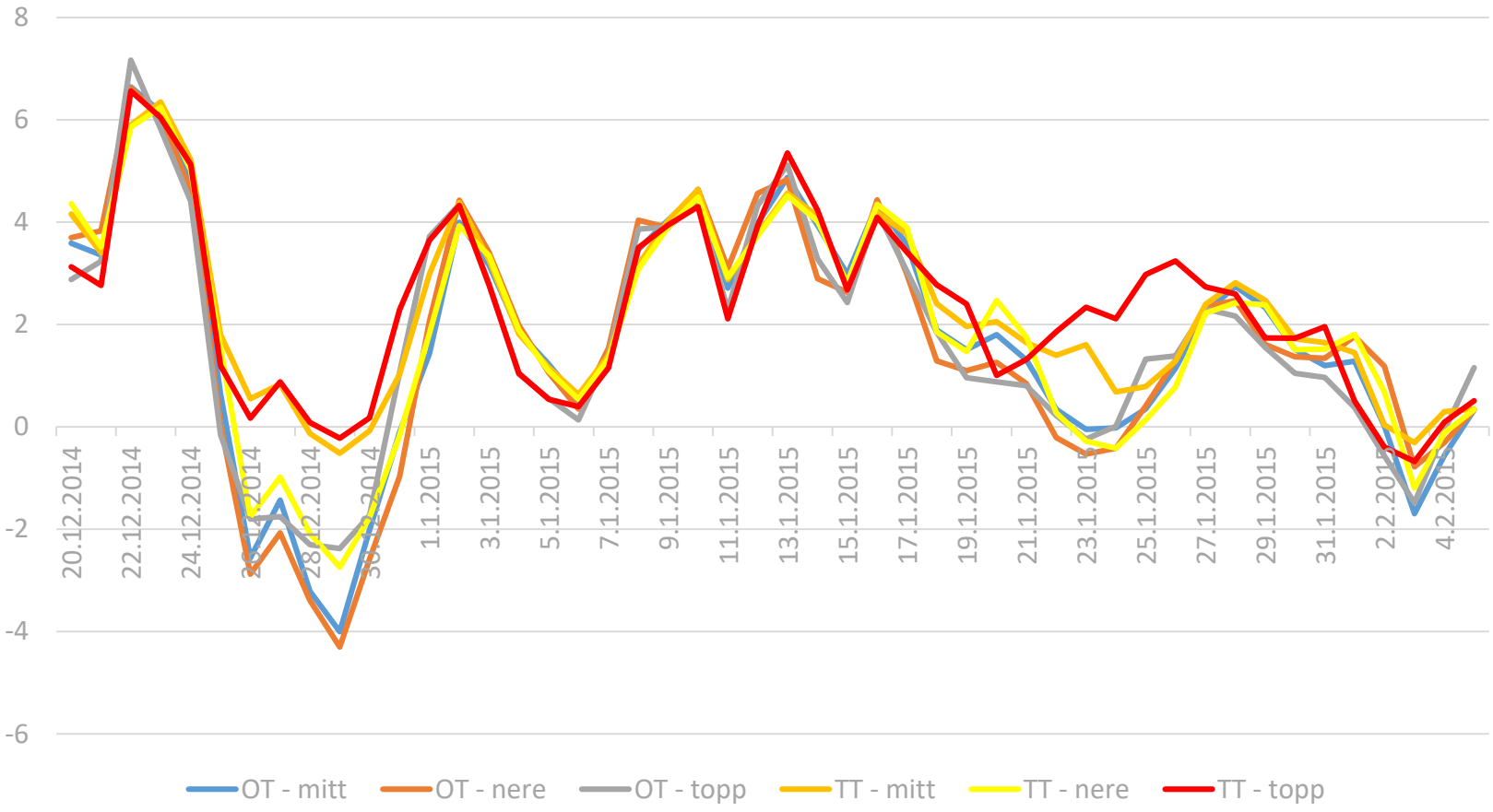
5T-aumadata - peittämätön



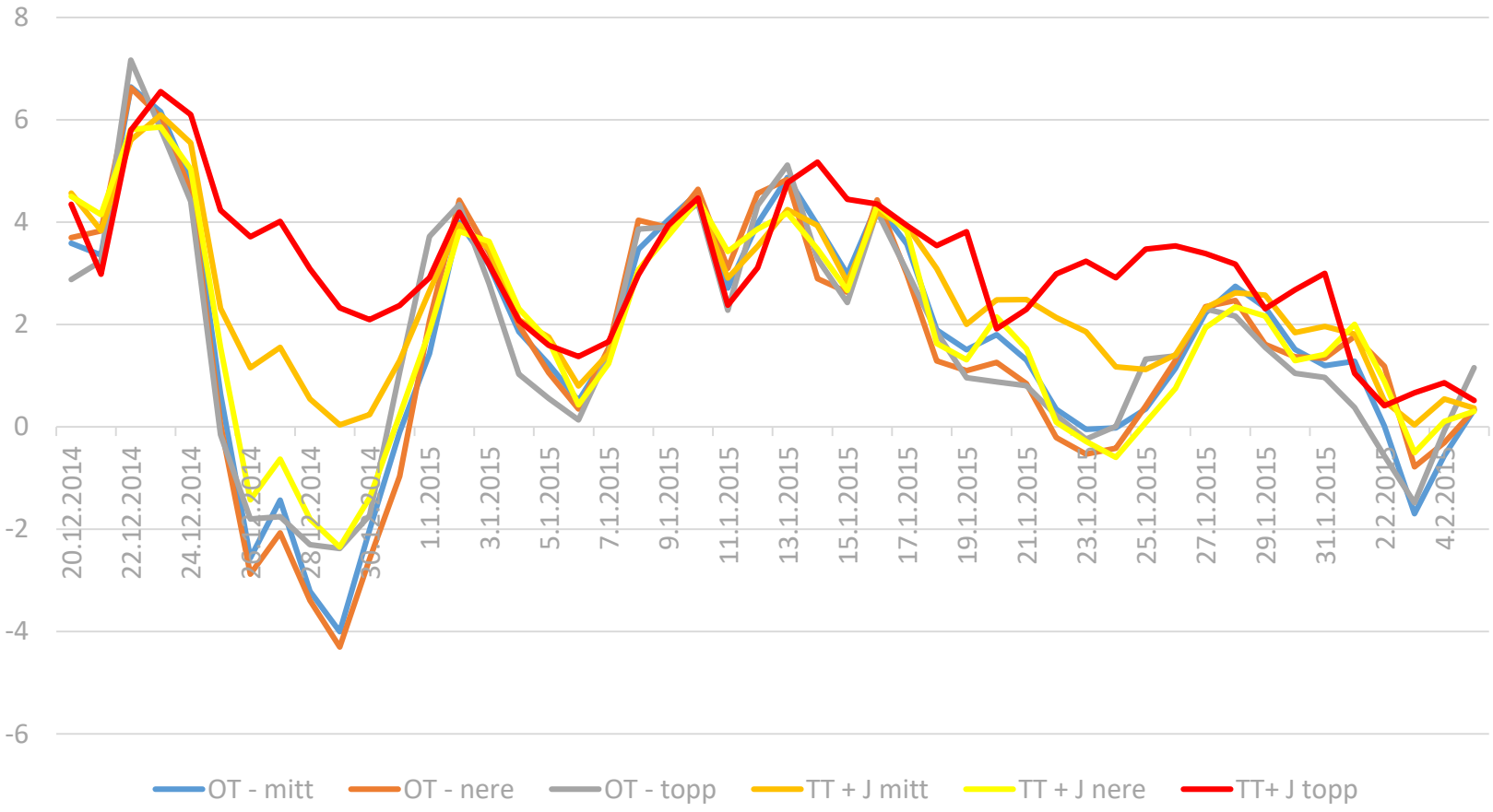
5T-aumadata - peittämätön



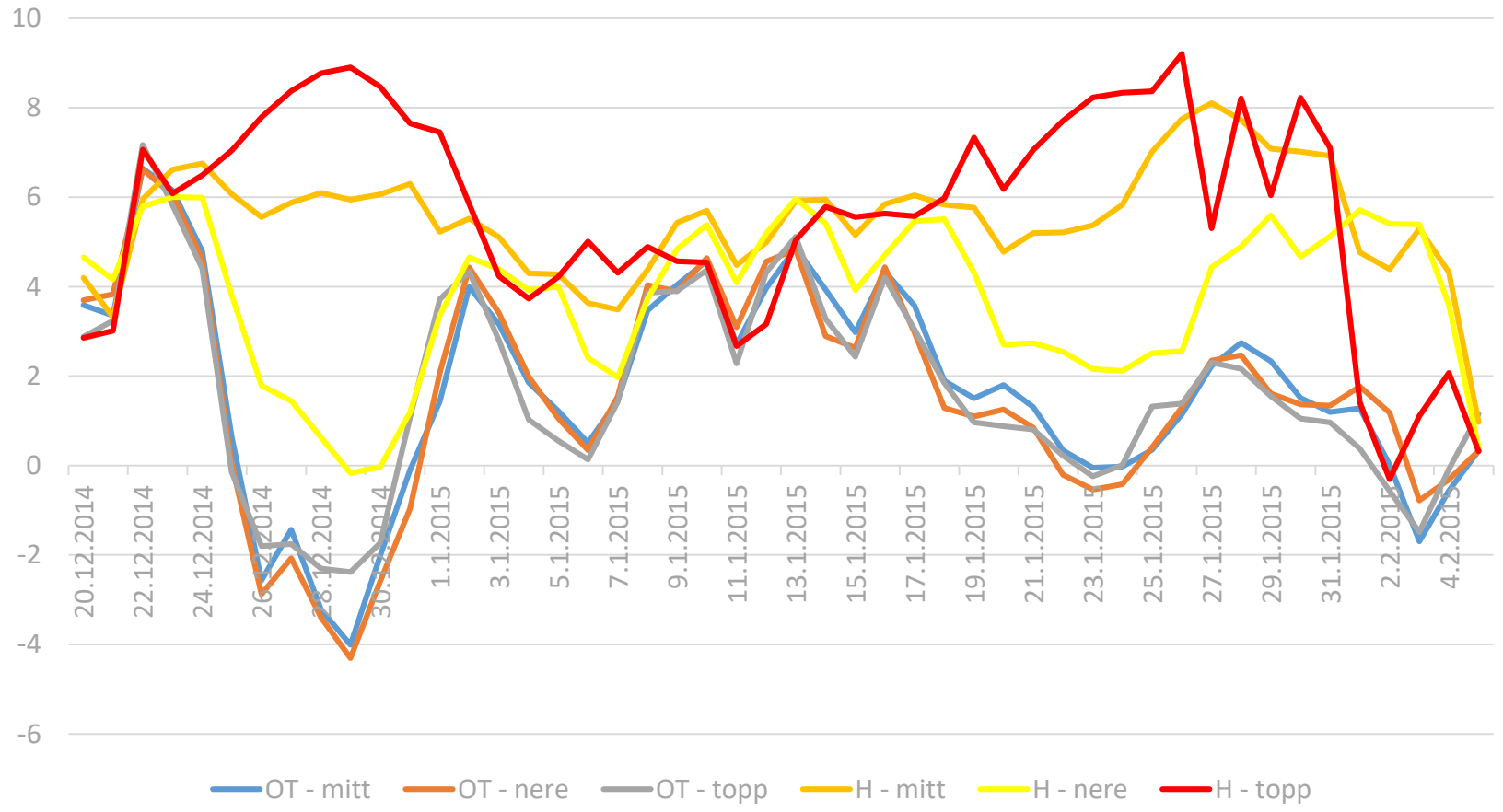
5T-aumadata - TopTex



5T-aumadata – TopTex + 3 m Jupette

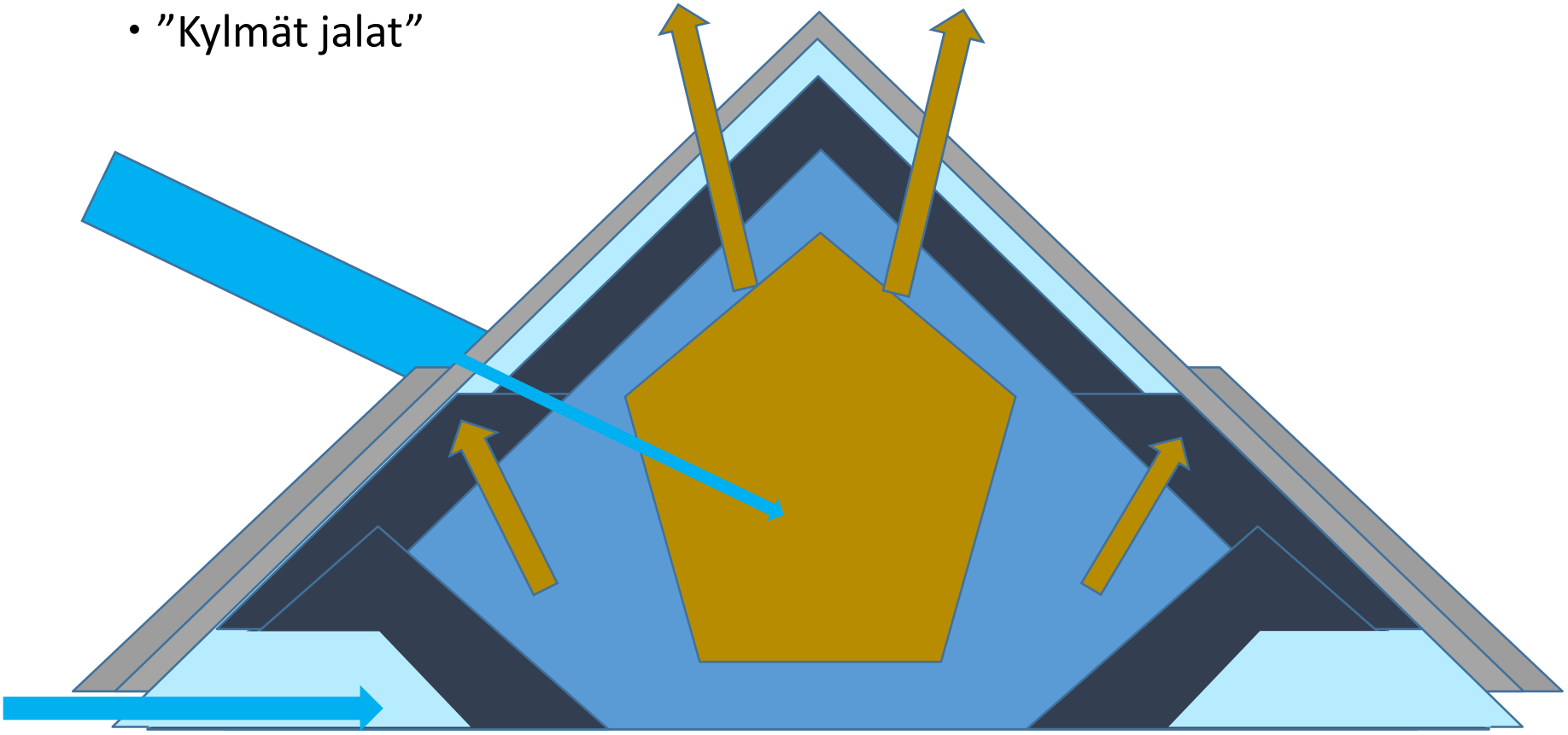


5T-aumadata - olki



Lämpötila - lämmönvaihto

- ”Kylmät jalat”

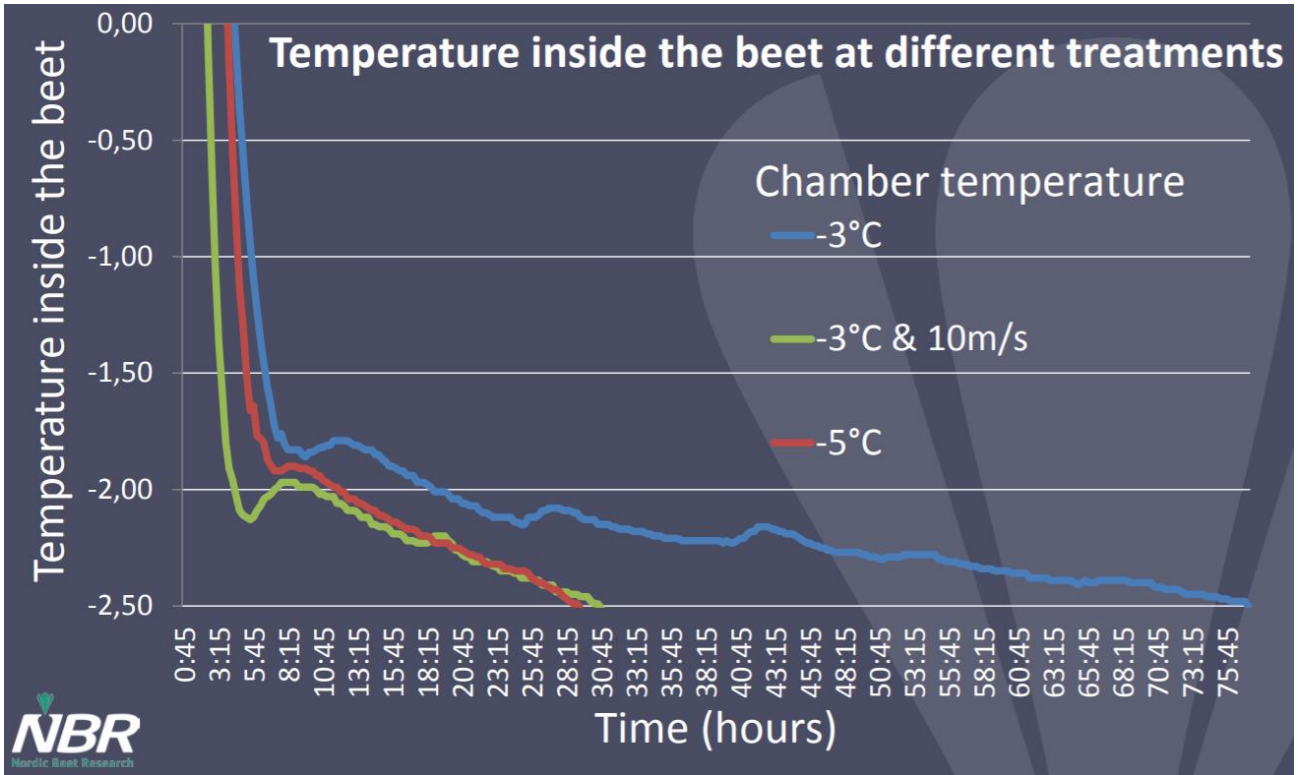


Lämpötila – liian kylmä?

- Lämmönvaihto kriittisin asia
  - Tuuli kiihdyttää
  - Peittäminen hidastaa
- Auman kosteus kriittinen
- Mekaaniset vauriot moninkertaistavat vahingot

Lämpötila– ”Liian kylmän” vastustaminen

- Juurikkaan jäätymiseen menee aikaa
- -2°C: jäätymispiste



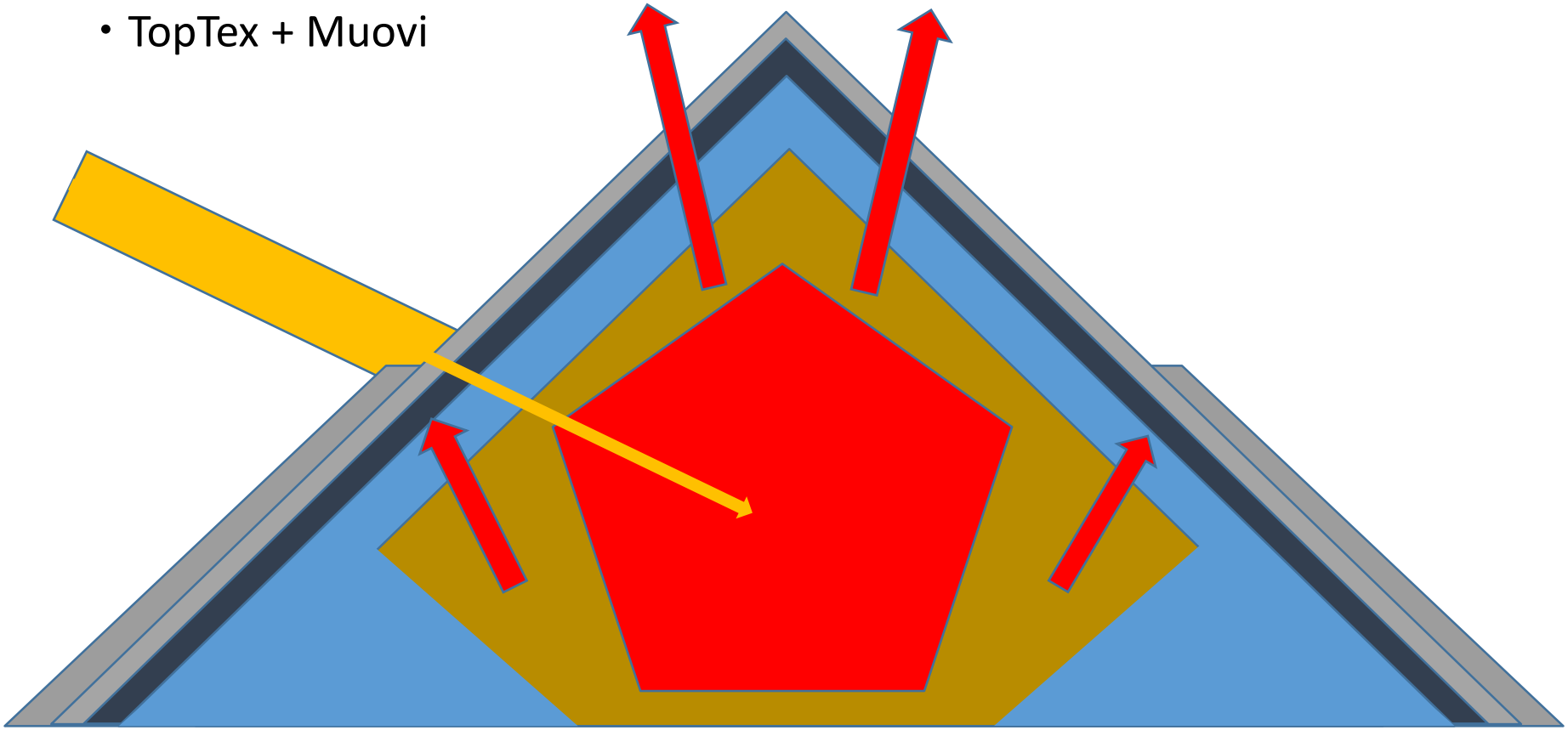
Lämpötila– ”Liian kylmän” vastustaminen (edellisen dian teksti)

- Aikaisemmassa diassa nähtiin käyrä juurikkaan sisälämpötilasta ja siitä, miten ympäröivän ilman lämpötilaan mukautuminen vie aikaa
  - Tuuli ja vesi nopeuttavat lämpötilanmuutosta

- Juurikkaiden sisälämpötila putoaa nopeasti -2°C-asteeseen, sen jälkeen pudotus on paljon hitaampaa. Johtuu tod.näk. sekä kemiasta että biologiasta
- Juurikas kestää jäätymistä -2°C-asteessa (pitkään), koska sokeriveden (n. 18 %) jäätymispiste on noin -2°C.
  - Jos lämpötila alle -2°C: lämpötilan putoaminen hidastuu, sillä tarvitaan paljon energiaa nesteen muuttumiseen kiinteäksi (piilevä lämpö)
  - Juurikas yrittää vastustaa jäätymistä kiihdyttämällä elintoimintojaan
  - Kemia (piilevä lämpö) näyttää olevan päävaikuttaja

Lämpötila – Lämmönvaihto

- TopTex + Muovi



Lämpötila – Lämmönvaihto (edellisen dian kuvateksti)

- Liian kuuma:

- Jos auman ulkopuolinen ilma on lämpimämpää kuin auman ilma, auma lämpenee, vaikka lämmönvaihtuminen olisikin pientä

- TAI kun auma on peitetty hyvin juurikkaiden tuottama lämpö ei pääse positumaan aumasta

- Tilanne voi syntyä aumaan myös paikallisesti, kun lämpö ei pääse vaihtumaan jostakin kohtaa aumaa
  - Kohdassa voi olla esim. paljon multaa tai vihreitä kasvinosia

Lämpötila – liian kuuma ?

- Lämmöntuotanto vs lämmönvaihdon tasapaino kriittinen
- Pienempi ongelma kuin pakkanen (?)
- Tapahtuu helposti, jos ilman virtaus estetty
  - Paikalliset kuumat pisteet
  - Liikaa peitteitä

- 300°D voidaan saavuttaa vain välillä 2 - 15° C
  - Jos 35° C, 10% voidaan menettää 36 tunnissa

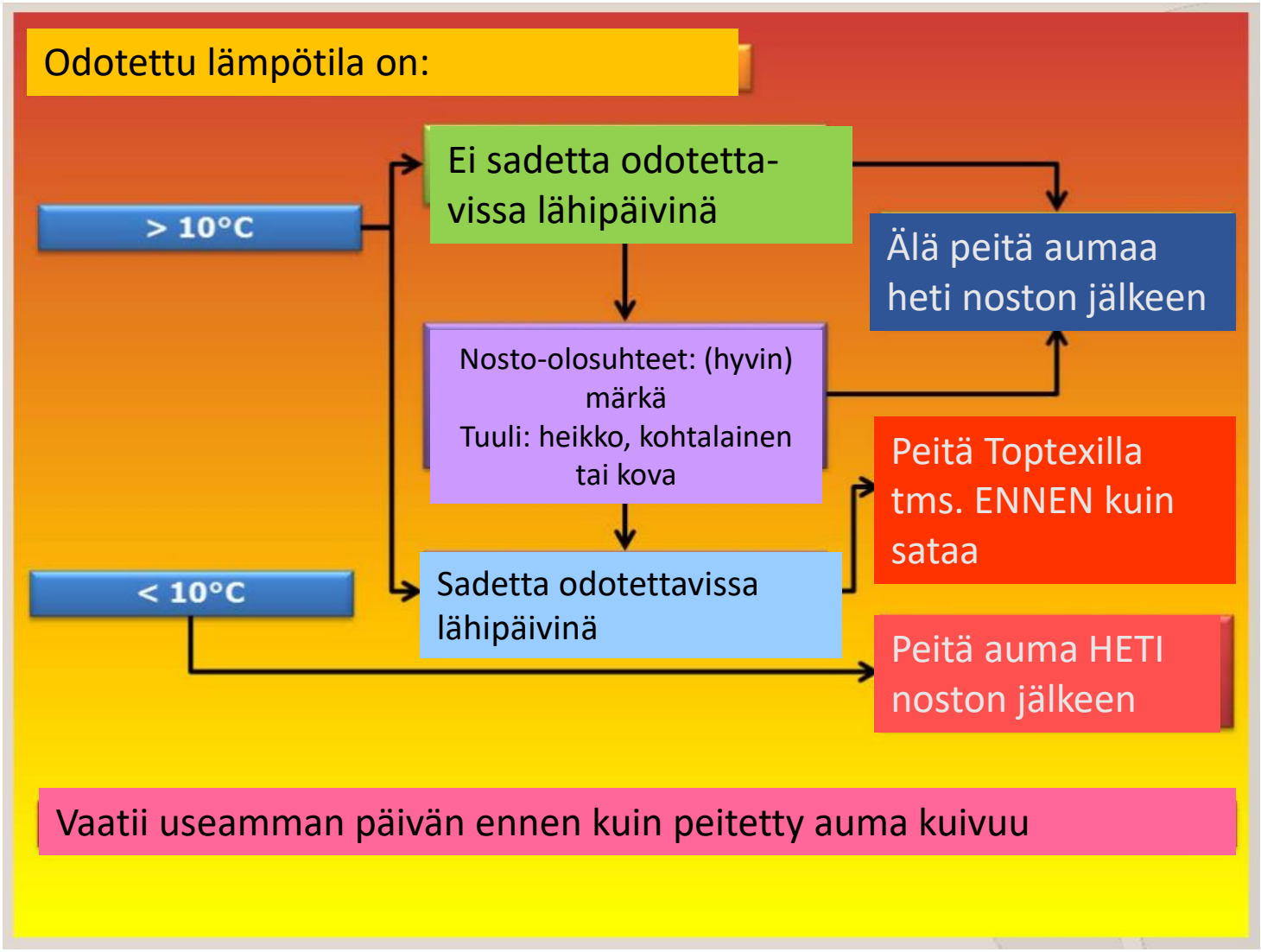
selitysteksti)

- Kuumien pisteiden löytäminen aumasta
  - Kokeissa käytetty lämpökameroita, mutta näiden avulla voidaan löytää vain auman pinnalla olevat kuumat pisteet
  - Käytä nenääsi!

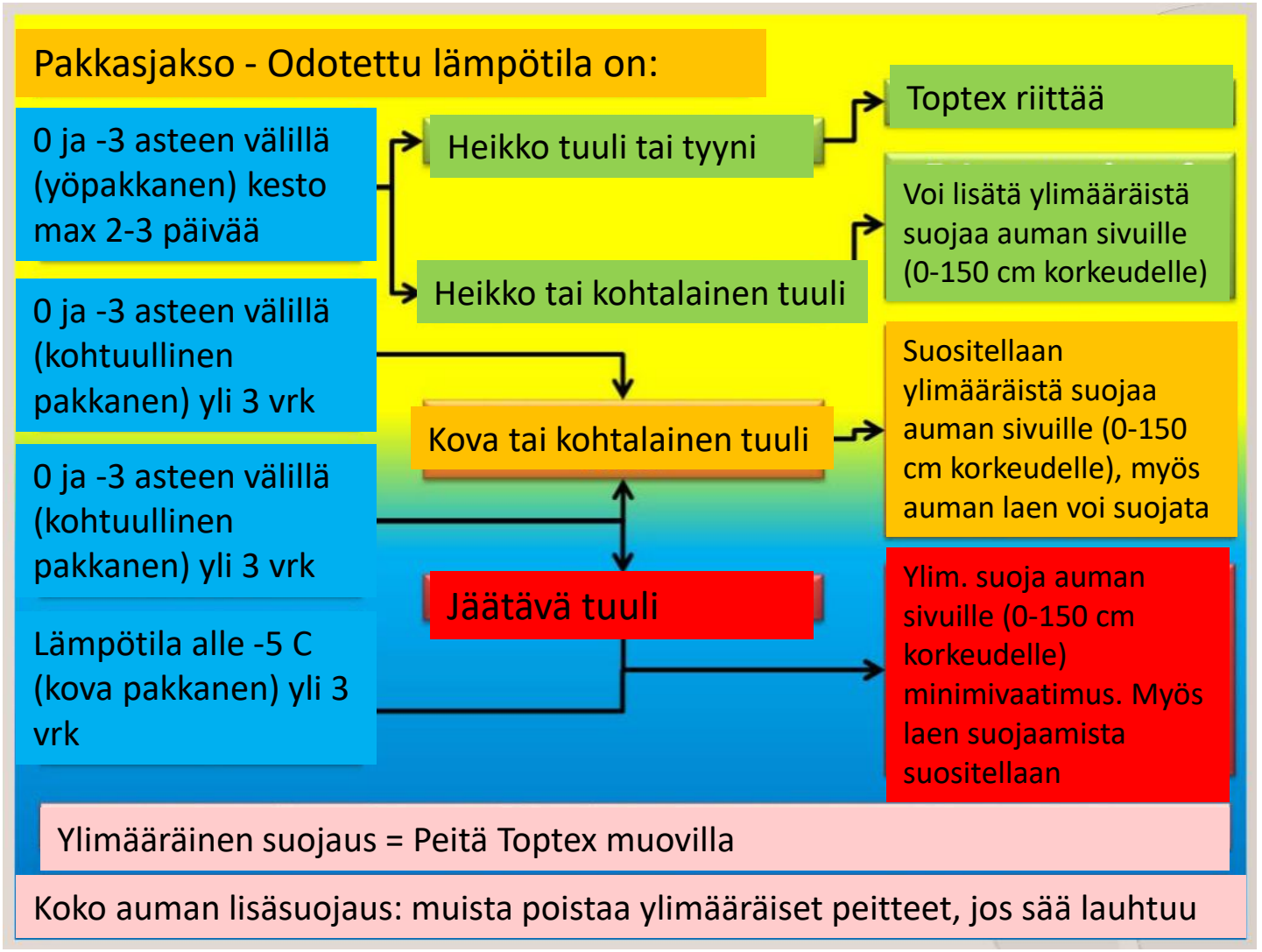
Kuumien pisteiden hajoittaminen
  - Periaatteessa juurikkaiden ylimääräistä käsittelyä kannattaa välttää, mutta laaja kuuma piste voi johtaa pahimmillaan auman romahtamiseen, joten sen hajottaminen todennäköisesti kannattaa

Liian kuuma voi viitata myös kertyneeseen lämpötilaan (lämpösumma).
  - Kun lämpösumma yli 300°D, päivittäin tapahtuva sadonmenetys alkaa kasvaa voimakkaasti. Varovasti käsitellyt juurikkaat voivat kestää 400 asteen lämpösummankin. Käsin kerätyt juurikkaat jopa 700, mutta 300 astetta on tavalliseen tapaan nostettujen juurikkaiden kriittinen arvo

Suositukset – auman peittäminen



Suositukset – auman peittäminen



Lämpötila - mittaaminen

- Sensorit
  - Kuumat pisteet
  - Auman ulkopuoliset sensorit
  - Auman sisäiset sensorit

- Ilman lämpötilan mittaaminen on helpoin ja edullisin vaihtoehto
  - HYVIN karkeat suuntaviivat peittämättömälle aumalle
    - [+] Lisää 10% (± 50%)
    - [-] Lisää 2° ja 10% (± 50%)
  - Auman muodolla on tärkeä merkitys auman lämmönvaihdossa
    - Lämmönvaihto

Lämpötila - mittaaminen

- Sensorit

- Kuumat pisteet?
  - Käytä nenääsi – onko haju etikkainen liian varhaisessa vaiheessa?
  - Kuvaaminen lämpökameralla ei ole kustannustehokasta eikä sillä näe auman alempiin kerroksiin
- Sisäinen
  - Vain reaaliaikainen data hyödyllistä, joten tarvitaan jatkuva yhteys sensoriin
  - Kokeissa käytetty lämpötilaantureita, jotka on yhdistetty sääasemiin, mutta viljelijällä ei välttämättä aikaa ja halua panostaa tämän kaltaisiin välineisiin
- Ilman lämpötila
  - Varsin luotettava tieto. Mutta aumojen muoto, auman juurikasmateriaali ym. vaikuttavat auman sisälämpötilaan
  - Siistissä, puhtaassa A-kirjaimen muotoisessa aumassa, joka on noin 8 m leveä, auman keskimääräinen lämpötila on vain noin 10% suurempi kuin ilman lämpötila, ilman lämpötilan ollessa plussan puolella
  - Kun pakkasasteita, edellä kuvattu auma on muutaman asteen ilmaa lämpimämpi, koska juurikkaat vastustavat jäätymistä

Pellossa varastointi

- Vaihtoehto aumalle?
- Pakkasen riski?
- NBR:n arvio pakkasriskistä Ruotsissa:

Kriittinen päivä	Riskitaso	Riskin todennäköisyys
15 Marraskuuta	Kohtuullinen	7 – 28%
30 Marraskuuta	Suuri	Ei dataa
15 Joulukuuta	Äärimmäinen	45 – 86%

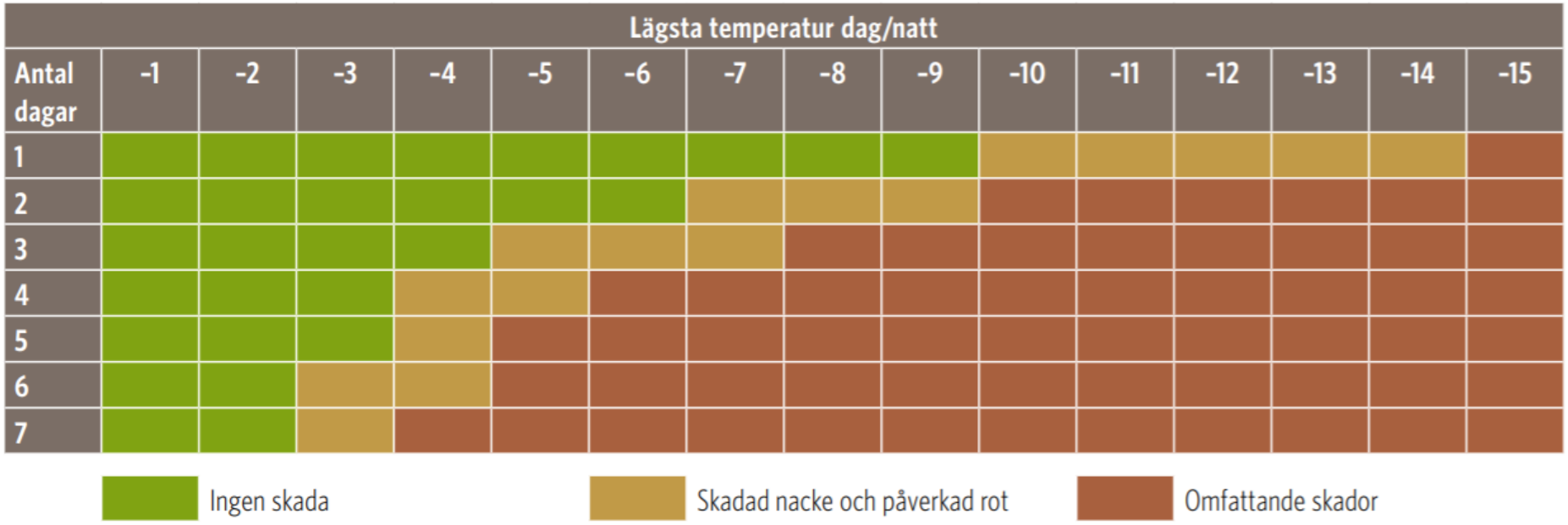
Pellossa varastointi

- Onko pellossa varastointi varteenotettava vaihtoehto?

- Juurikkaat jätetään peltoon, vaikka kasvu on pysähtynyt TAI kun viimenen suositeltu nostopäivä on mennyt. Ruotsissa 15.11.
- Pakkanen on suuri riskitekijä pellossa varastoitaessa, se voi tuhota kasvit hyvinkin nopeasti

Pellossa varastointi

- Pakkasen riski?



Så mycket frost tål betorna. Tabell som visar när betorna som står kvar i marken tar skada vid olika temperaturer. Omarbetad efter Milford et al. 2002.

Pellossa varastointi (ed. dian kuvan selitys)

Keltainen väri keskellä on ”suuri riski”
Tumma, ruskea alue oikealla on ”äärimmäinen riski”

Pakkasasteet voivat kumuloitua pellossa varastoitaessa

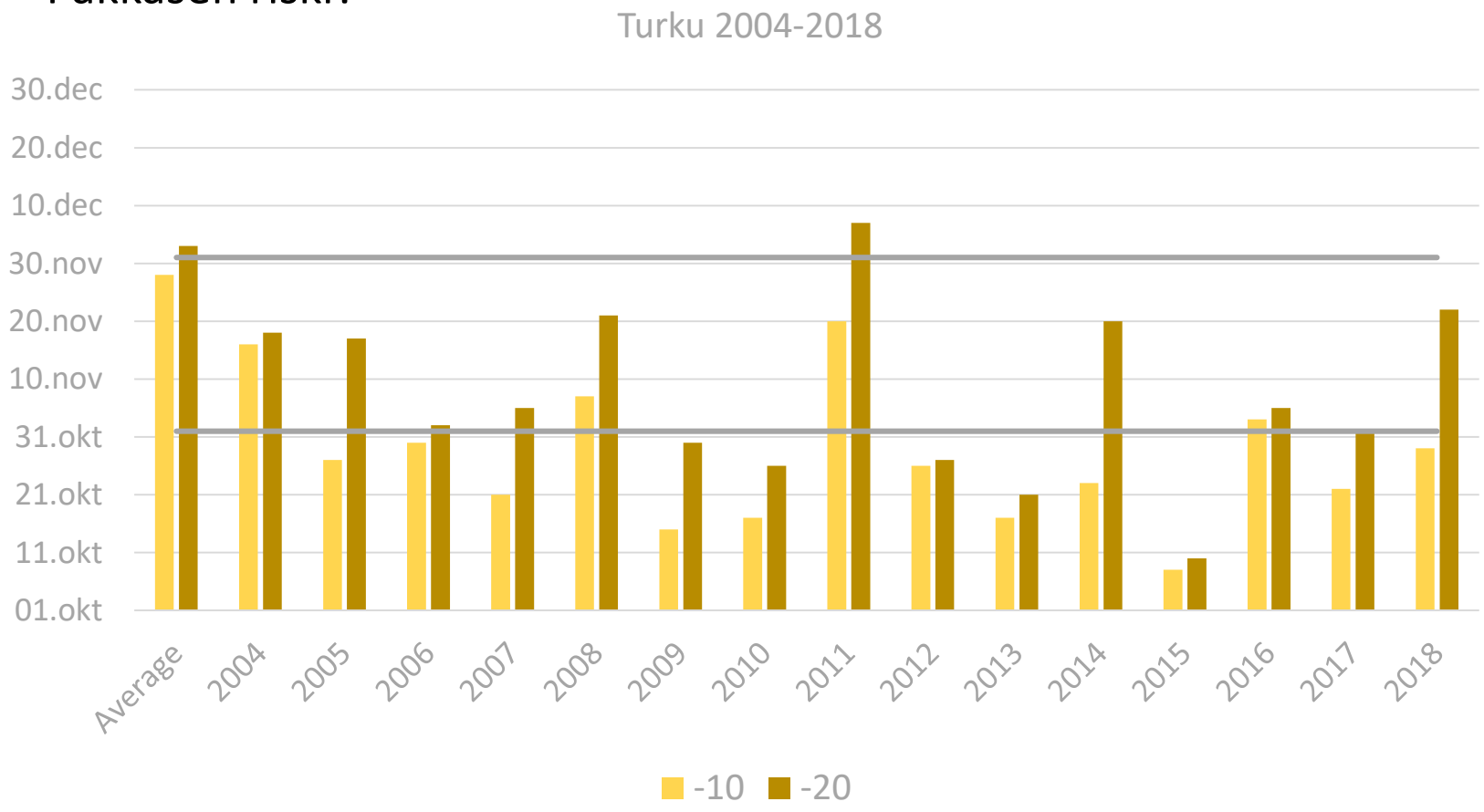
- -10°C juuren niska ja juuri vahingoittuvat
- -20°C koko juuri tuhoutuu

- Tämän informaation perusteella NBR määritellyt riskit

Englannissa pellossa varastointi on yleistä, jopa helmi-, maaliskuuhun asti (koko kampanjan ajan). Data peräisin Eglannista

Pellossa varastointi

- Pakkasen riski?



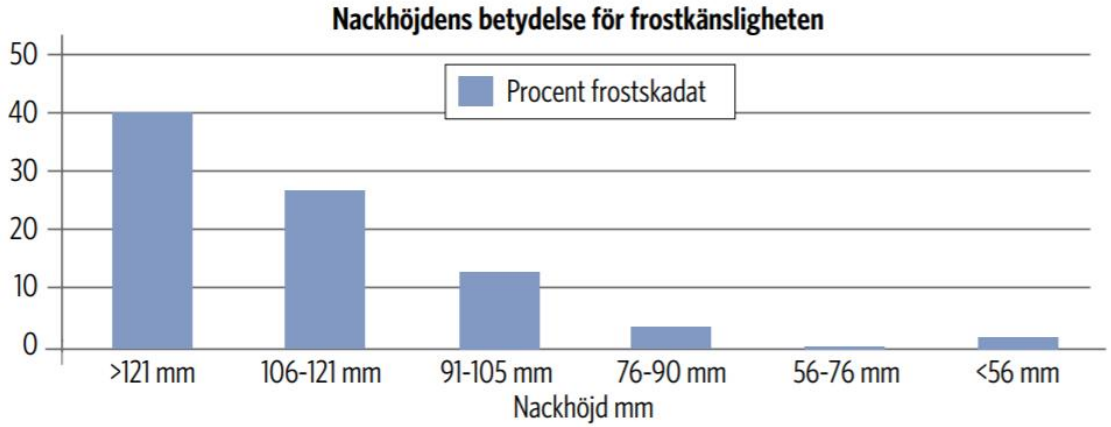
Pellossa varastointi (ed. dian kuvan selitys)

- Tilastojen perusteella näemme, että pakkasen riski on suuri jo marraskuun alussa

	-10°C	-20°C
1. Marras:	11 of 15	6 of 15
20. Loka:	4 of 15	1 of 15
15 Loka:	2 of 15	0 of 15

Pellossa varastointi

- Pakkasen riski?
- Sateen riski?
- Muuttujat
  - Juurikkaan korkeus
  - Lehdet



Betor som står högt tar större skada. Diagrammet visar hur stor del av betan som skadats av frosten beroende av betans höjd. Medeltal av mätningar på 160 individuella betor på fyra platser som upplevt kraftig frost 2016.

Pellossa varastointi

- Sade ja märkyys myös mahdollisia ongelmia pellossa säilytettäessa
- Ruotsin sademäärien perusteella:
  - Marraskuun puolestavälistä eteenpäin tilanne todennäköisesti ongelmallinen

- Maaperä määräävä tekijä:
  - Lohkon saavutettavuus
  - Maaperä (tiivistymisriski)
  - Juurikkaiden vauriot (vaikeat nosto-olosuhteet, ylimääräinen puhdistus)
  - Multaprosentti

Pellossa varastointi

Jäätymispiste pellolla vaihtelee: erilainen lehdille, naatille ja juurikkaan sisäosille

- Korkea vesipitoisuus ja matala sokeripitoisuus lisäävät jäätymisen riskiä
    - Jos lehdet eivät vielä kuolleet, suojaavat juuria
- Juuri jäätyy viimeisenä, koska maaperä eristää jonkin verran
    - Mitä enemmän juurikas on ”noussut ylös”, sitä alttimpi se on jäätymiselle

- Korkea sokeripitoisuus tekee juurikkaista paitsi kovempia ja paremmin säilyviä, myös vastustuskykyisempiä jäätymiselle

	Hyväkuntoiset juurikkaat	Oikein peitetty	Käsittele varoen	Mittasuhteet & sijainti
Hengitys	✓	✓✓		✓
Pakkanen				
Mätäneminen				
Ylim. vesi				
Vauriot	✓✓		✓✓✓	

	Pidä kuivana	Estä jäätyminen	Tavoite 2-4 °C	Max 300 °D
Hengitys		✓	✓✓✓	✓✓✓
Pakkanen		✓✓✓	✓✓	
Mätäneminen	✓	✓✓	✓✓	
Ylim. vesi	✓✓✓			
Vauriot				

NBR
Nordic Beet Research

Hintoja

- 31 €/t, keskimäärin = 17,0 % pol.sok., 89,5 % puhtaus

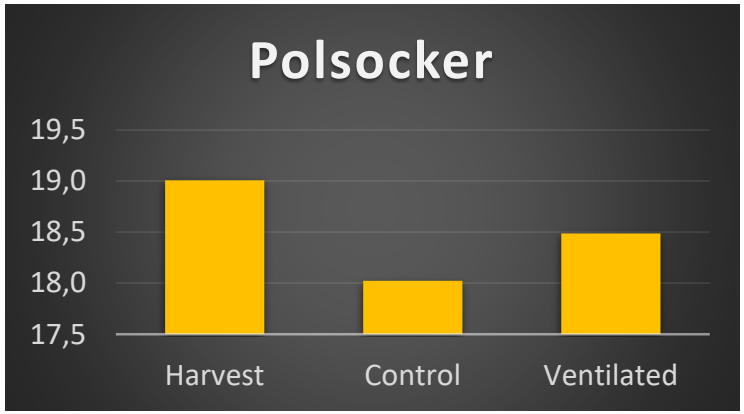
- Sokeripitoisuus: 1,4 € / %/ t
- Multapitoisuus: 0,5 € / %/ t
- Myöhäinen toimitus: 0,1 € / t/ vrk 30.11.–23.12.
  0,15 € 24.12. eteenpäin
- TopTex: 1.5 € /t

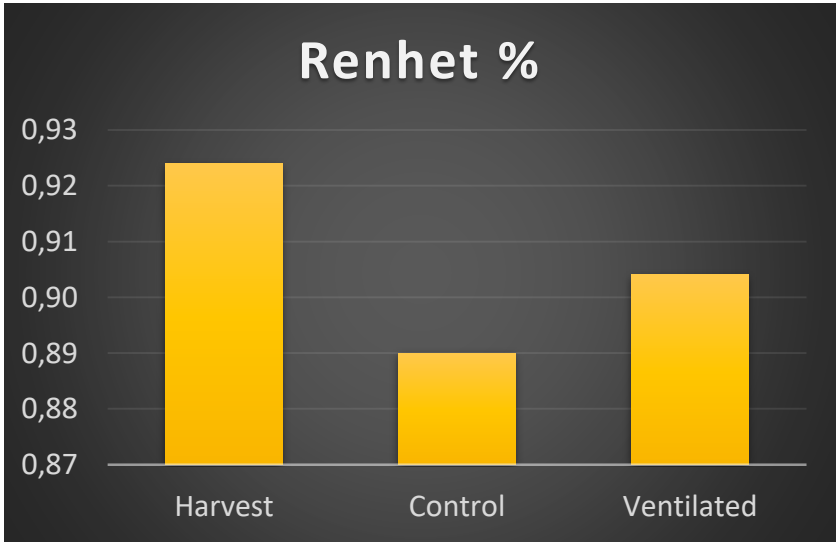
- Na + K, inverttisokeri: ei nykyisessä sopimuksessa

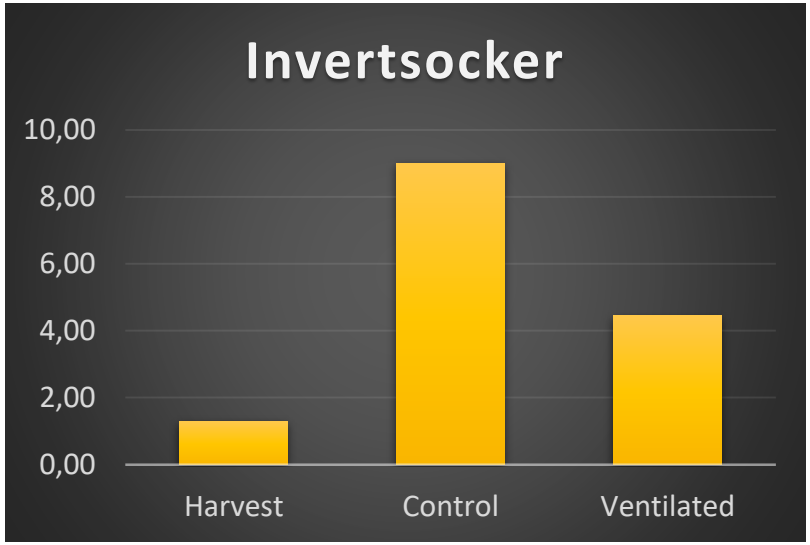
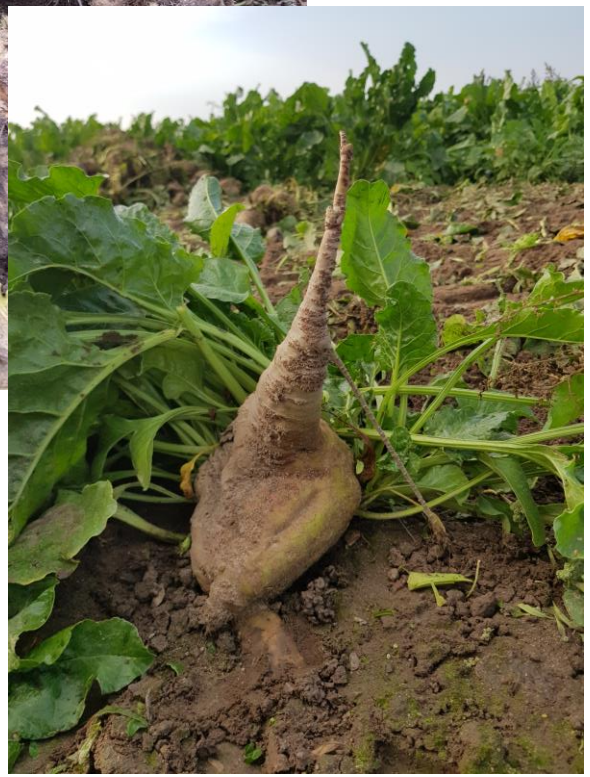
Varastointi. Helpommat päätökset. Vähemmän tappioita.

- 604 – EIP Aktiivinen tuuletus JE 2019
- 603 – Puhdistaminen tuulettamalla WE 2019 - 20
- 631 – COBRI mekaaniset ominaisuudet WE + JE 2018 - 19
- 632 – COBRI penetrometri WE + JE 2019 - ?
- 632 – COBRI vaikutuksen arviointi (ex-jobb) WE + MN 2019 - ?
- 650 – Auman mallinnus WE 2019 - 23
- 666 – Multapitoisuuden mallinnus WE 2019 - 20

604 – EIP Aktiivinen tuuletus







631 – COBRI mekaaniset ominaisuudet