



quantifarm.eu

Bättre hållbarhet för året runt odling av tomat med digitala verktyg

Irene Vänninen, Naturresursinstitut, Jockis

Esa Palmujoki, SCADS, Närpes

Tre tomatföretag i Närpes



Utrustning och digitala verktyg på de två testodlingarna

Utrustning i de två testodlingarna (Obs. DAT=Digital Agricultural Tool)

Odling 1 utan vissa nya DATs (non-DAT-odling):

- ✓ 1,287 h rund tomat (Livento) i stenudd.
- ✓ Odlingsperiod vanligen 11 månader (augusti-juni)
- ✓ Klimatprogram HortiMax
- ✓ Grodan GroSens sensorer för kontinuerlig mätning av fuktighet och ledningstal i växtunderlagen (sensorer funkar utan förbindelser med klimatprogram, odlaren bestämmer själv bevattningstider och mängder)
- ✓ Uppvärmning med fast bränsle (flis och torv), HPS-lampor samt lite lättolja i ett år
- ✓ Överbevattning 20 %

Odling 2 med vissa nya DATs (DAT-odling):

- ✓ 1,2 ha rund tomat (Gerdisia), med några rader av Ardilles-cocktailtomater, i mosswool.
- ✓ Odlingsperiod vanligen 11-11,5 månader (början av juli- slutet av maj/början av juni.
- ✓ Klimatprogram Priva Connex
- ✓ Trutina bevattningsstartsystem för kontinuerlig mätning av plantornas och växtunderlagens vikt, hjälper till beslutsfattandet gällande bevattning.
- ✓ Uppvärmning med fjärrvärme (anläggning i samma by för flera odlingar), propan och lite lättolja, plus el från elpannor börjande från 2024-25
- ✓ Överbevattning 25 %

Forskade DATs eller IoTs i testodlingar (DAT=Digital Agricultural Tool, IoT=Internet of Things)

Odling 1 utan vissa nya DATs:

- ✓ **2022-24:** HPS-lampor ovanför planttoppar och gångar (lite under topparna ljusintensitet $200-215 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$) + Philips led-mellanbelysning ($30-40 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$) i 2022-23.
- ✓ **2024-25:** Dynamiska topp led-lampor (Signify) ovanför gångarna med GrowWise styrprogram och HPS-lampor ovanför plantraderna.
- ✓ Ingen vattenrecirkulering

Odling 2 med vissa nya DATs:

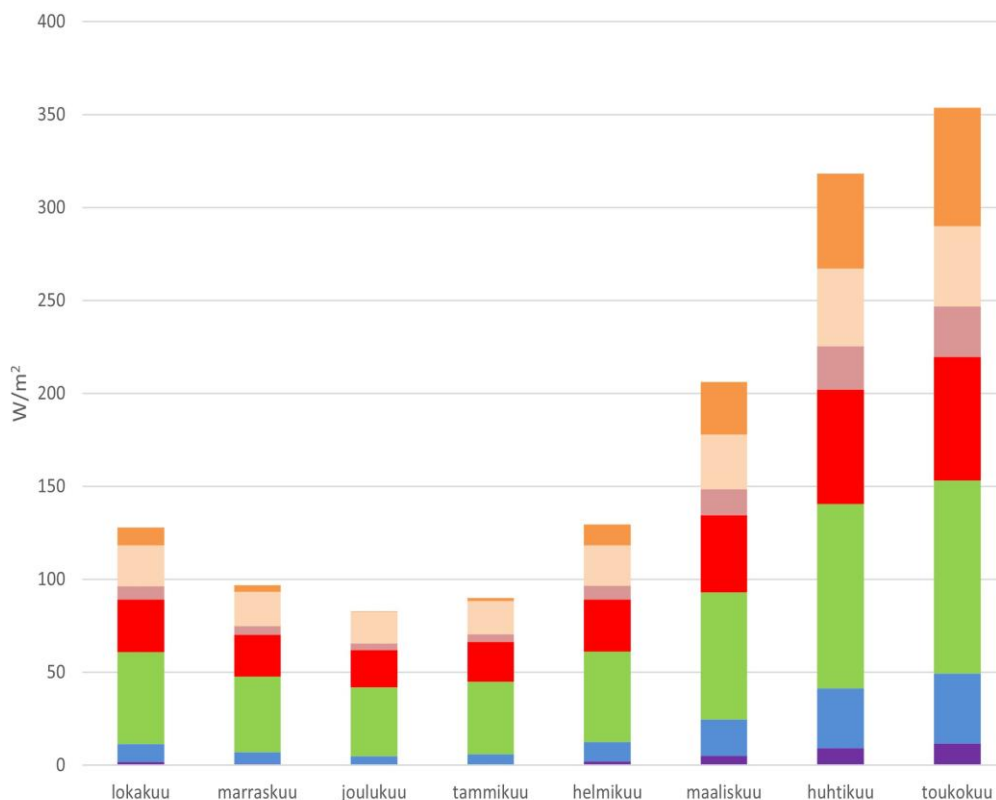
- ✓ Dynamiska topp led-lampor (Signify)+ GrowWise kopplat med Priva som styr dimningen av lampor steglöst ända till 10 % av max intensitet .
- ✓ Kathari UF1 för desinfektion av returöverskottsvatten, installed in March 2023

Signify dynamiska LED med rött och blått som dominanta våglängder

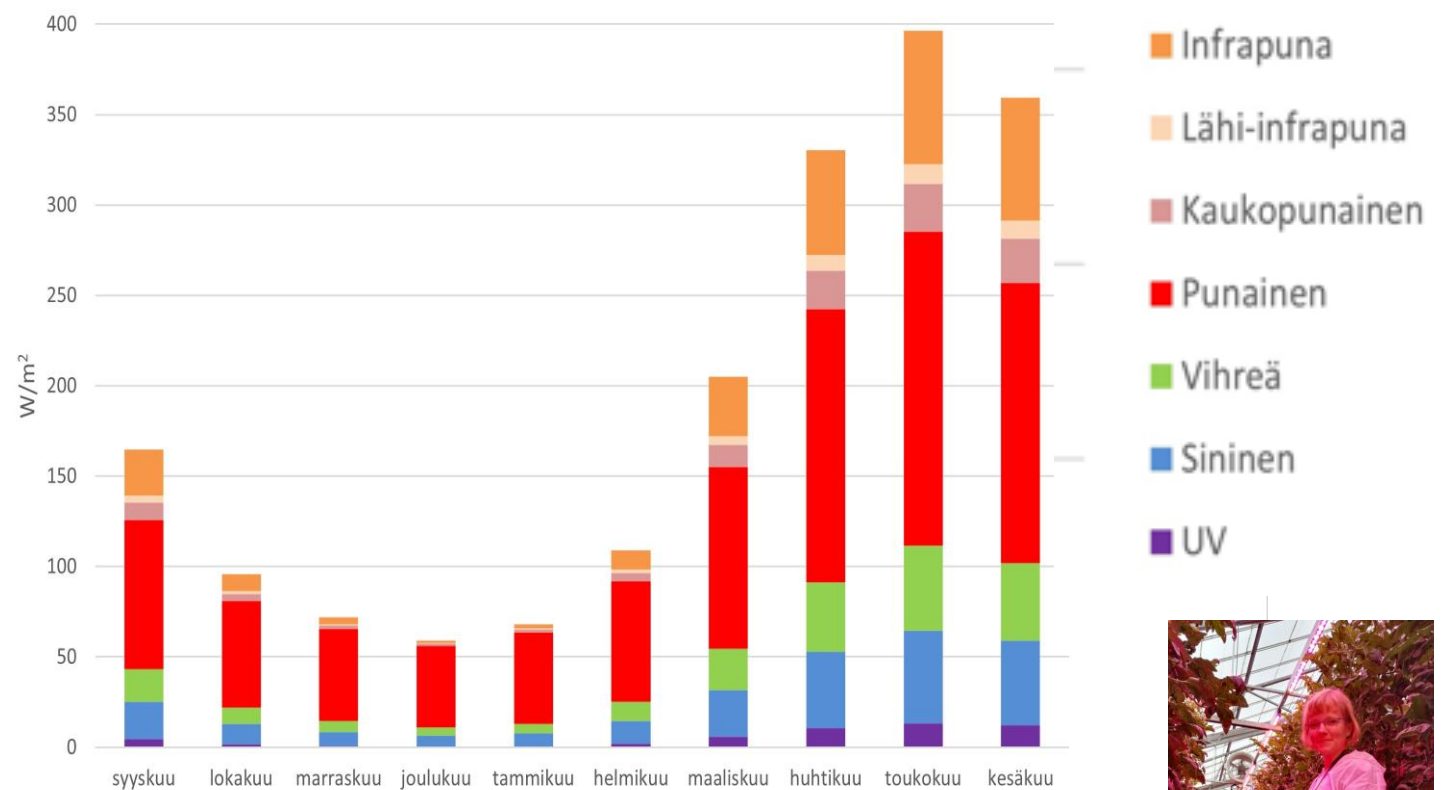


Våglängdernas distribution av HPS- och led-lampor och ljusmängd (W/m^2) i olika månader

Kasvihuone HPS-valaisimilla



Kasvihuone LED-valaisimilla



PHILIPS

Horticulture LED

GrowWise Control System



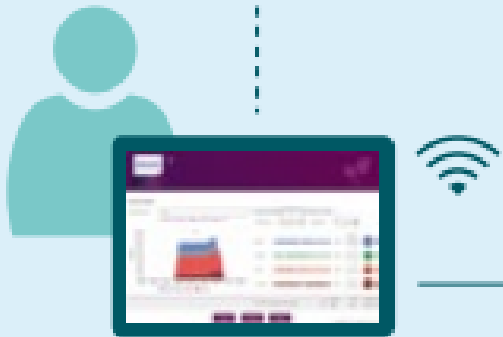
How does the **GrowWise Control System** work?

GrowWise kan användas på distans genom VPN anslutning.

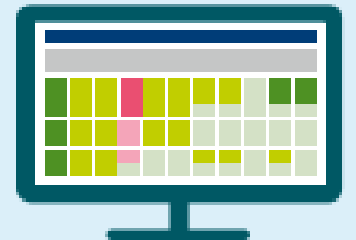
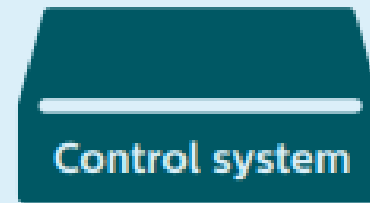
Remote online (VPN)



Integration med klimatprogram görs av leverantören av klimatprogrammet.



GrowWise användar-gränssnitt för odlaren.



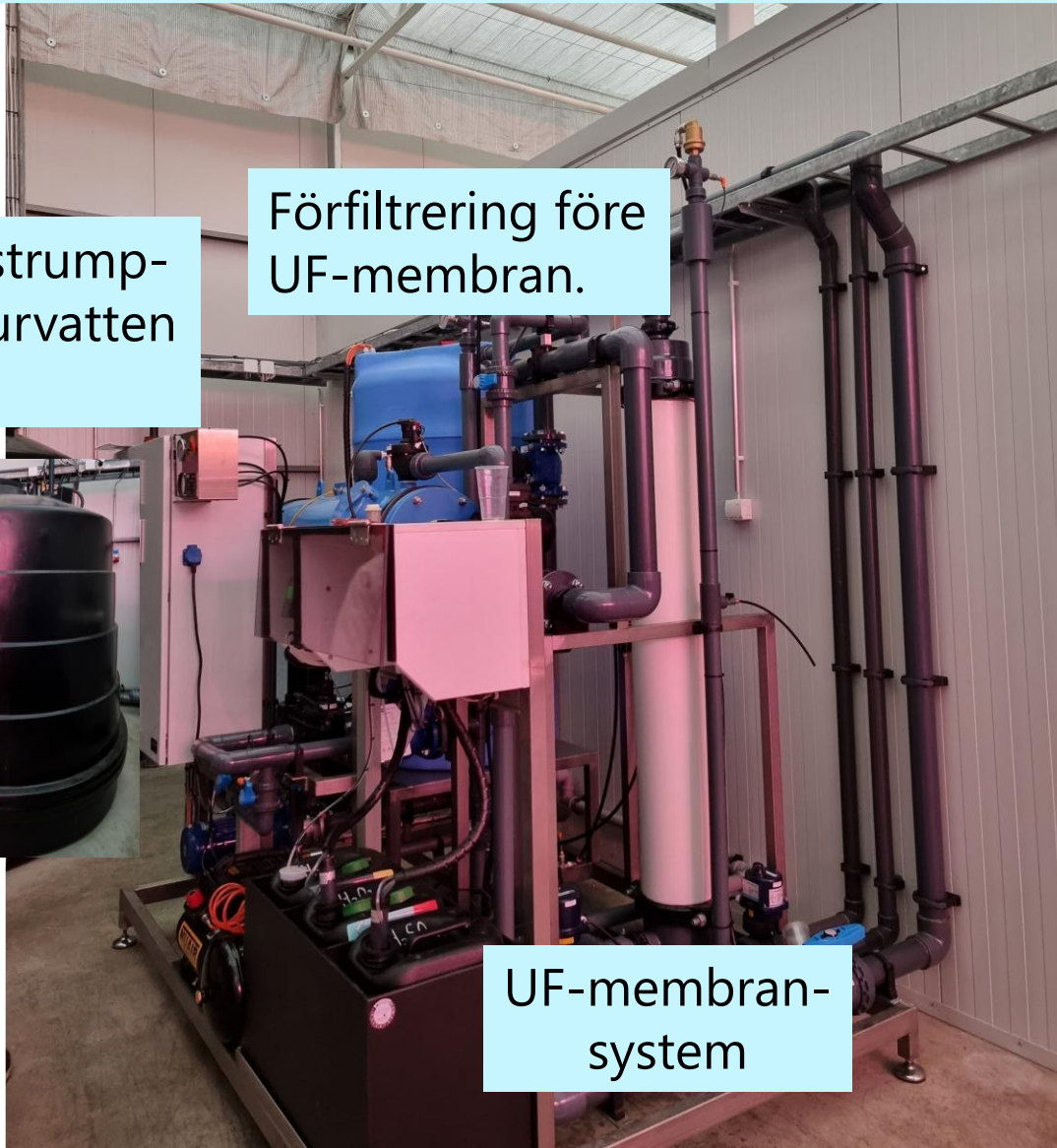
Your climate computer
(requires integration
by climate computer company)



Kathari UF1, IoT-baserat ultrafiltrationssystem (apparat + data) (Van den Ende Group)

Cistern med strump-
filtern för returvatten
från växthus.

Förfiltrering före
UF-membran.



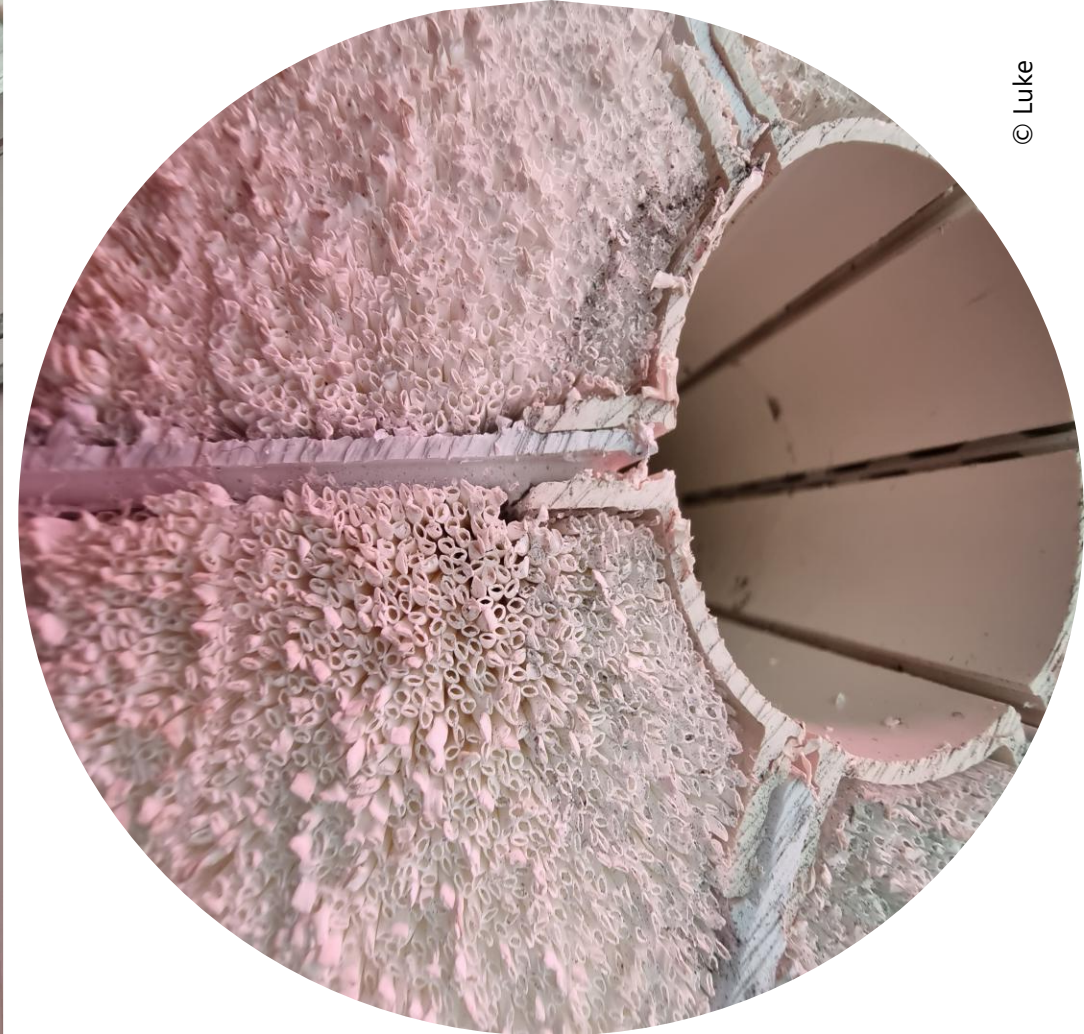
UF-membran-
system



Före förfiltret utförs utfällning av
fosfater, kolloidala substanser samt
humus från vatten med järnklorid.

Förfiltreringsenhet (före vatten går till
UF-membran rören)





Närbild av "membransugrörer". Vatten går till sugrörer, partiklar stannar där, och renat vatten går till rör i mitten av filterenheten och därifrån vidare. Kräver **bakspolning** regelbundet för att undvika tilltäppning.

Ultrafiltrering tar bort från vatten växtvirus, bakterier, encelliga alger och lösta ämnen (+ släpper genom, - släpper inte genom)

Filtreringsteknik	Vatten	Monovalenta joner (Na^+ , K^+ , NO_3^- ...)	Polyvalenta joner (Mg_2^+ , PO_4^{3-} ...)	Virus	Bakterier, encelliga alger	Lösta ämnen
Mikrofiltrering 10-0,1 μm	+	+	+	+	-	-
Ultrafiltrering 0,1-0,01 μm	+	+	+	-	-	-
Nanofiltrering 10-1 nm	+	+	+/-	-	-	-
Omvänd osmos <1 nm	+	-	-	-	-	-

Hur jämfördes DAT och non-DAT odlingar?

Tre forskningsperioder (juli-juni)

2022-23:

- **Varm höst, december kallare än vanligen**
- **Exceptionell period:** höga elpriser i höst och vintermånader
- **Non-DAT odling med 2,5 månaders vinterpaus** (mitten av februari - april), **odlingsperiod bara 6 månader**
- DAT-odling fortsatte odla hela tiden (juli 2022-maj 2023)
- Installering av Kathari på DAT-odlingen i mars 2023 – täckte alltså bara 2,5 månader av forskningsperioden

2023-24:

- **December, januari, februari kallare än vanligen**
- DAT-odling med vanlig odlingsperiod (11 månader)
- **Non-DAT odling från början av maj till juni (nästan 13 månader** - försök att kompensera för kortare odlingsperiod föregående året)

2024-25:

- **Varmare höst och vinter än vanligen**
- Vanliga odlingsperioder i båda odlingarna
- **DAT-odling skaffade en elpanna** för användning vid låga elpriser (uppvärmning av växthus)
- **Non-DAT odling bytte till hybridbelysning** → dynamiska led-lampor + HPS

Datainsamling och analys: mängder och kostnader av insatser samt avkastning.

OBS! Bara rörliga kostnader är inkluderade!

DATA:

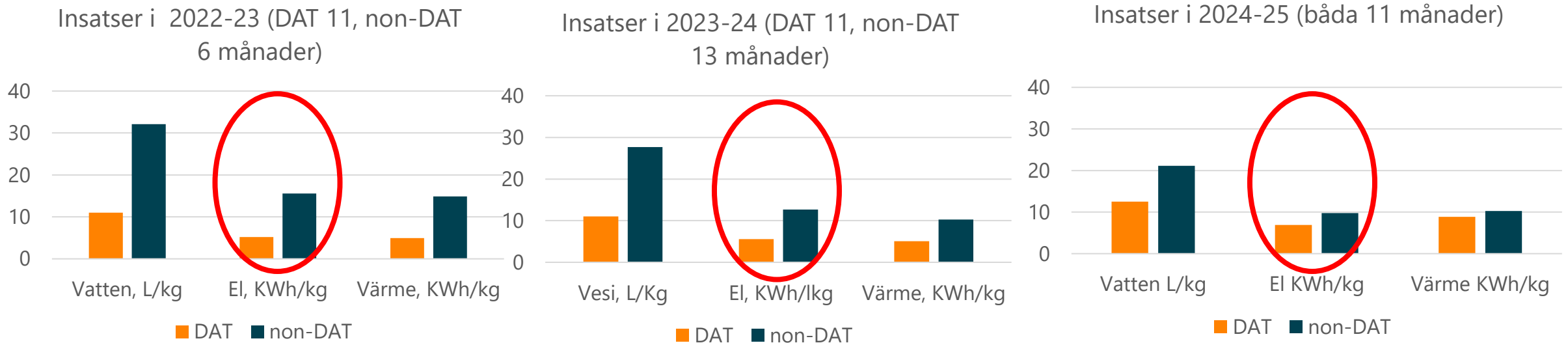
- Vatten
- El
- Värme (flis, torv, propan, lättolja, fjärrvärme, värme från elpannor i 2024-25)
- Gödsel (minerala och CO₂)
- Arbetstimmar
- (Plantor, substrat, pesticider och biologisk bekämpning har lämnats bort)

ANALYS:

- Insatser och kostnader per kg tomater (skörd)
- Inkomster
- Ekonomisk, social och ekologisk hållbarhet – några preliminära resultat tillgängliga
- **Kan man se påverkan av forskade DATs i insatser, kostnader, inkomster eller hållbarhetsindikatorer?**

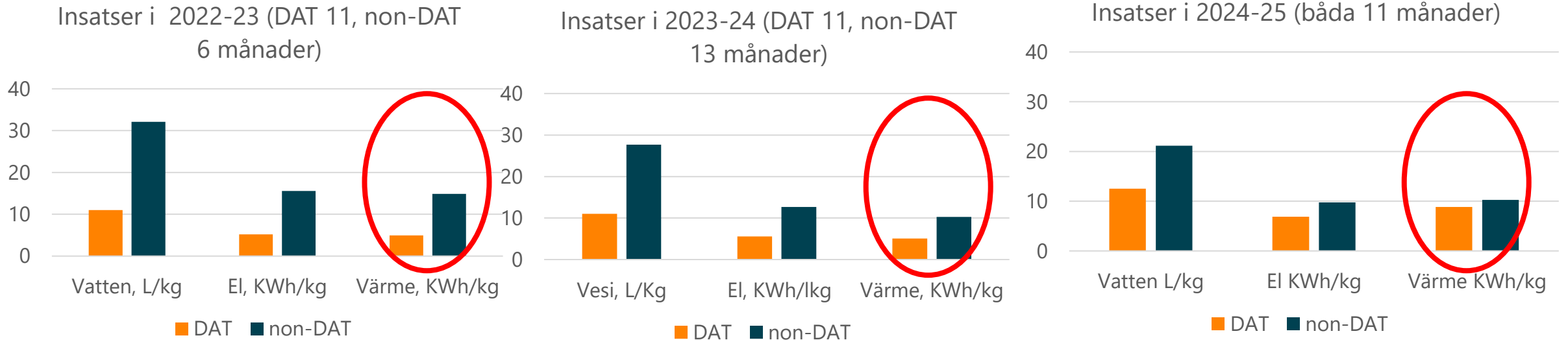
Resultat

Insatser av el, värme och vatten (nyckelfaktorer i resursanvändning) per kg av tomat i 3 år



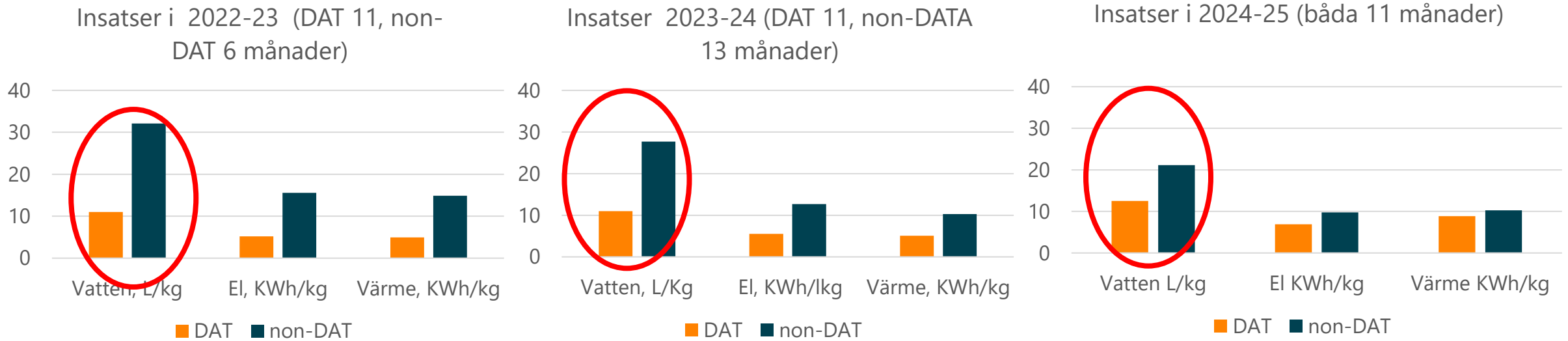
- Elkonsumtion för belysning per producerad kilo tomat var 30-66 % mindre med dynamisk LED-belysning.
- LED-lamporna har bättre energieffektivitet: samma mängd energi producerar fler mikromol, och antalet mikromol påverkar avkastningen.
- **Skillnaden i elkonsumtion i de två odlingarna är mindre numera** efter att non-DAT odlaren installerade hybrid-belysning för den sista forskningsperioden och båda kan reglera ljusmängden av led-lampor enligt elpriser.

Insatser av el, värme och vatten per kg av tomat



- Uppvämningsinsatser hos non-DAT odlaren var betydligt större än hos DAT-odlaren i 2022-24...
- ...men insatser av värme har närmast varandra under den sista forskningsperioden.

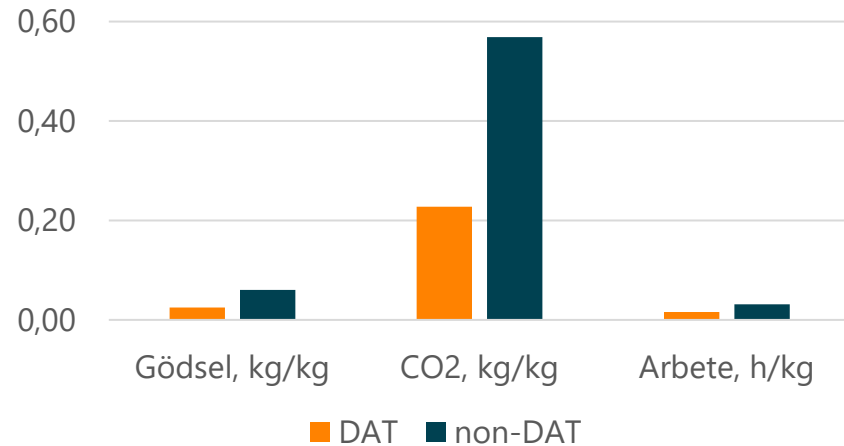
Insatser av el, värme och vatten per kg tomat



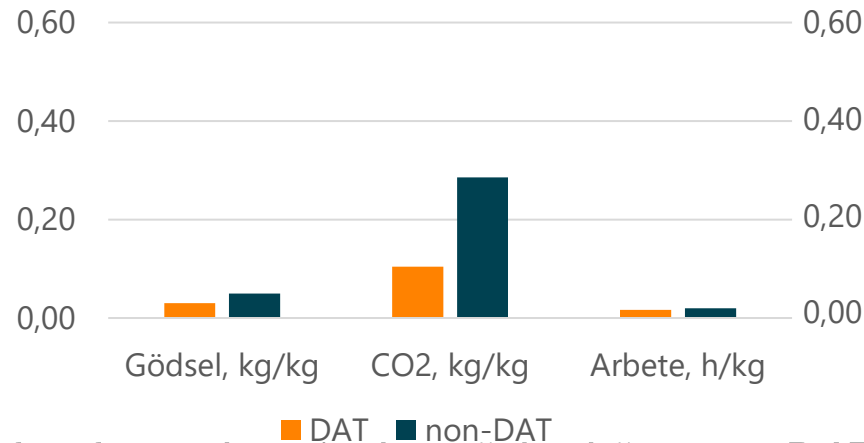
- Vattenförbrukningen återspeglar effekterna av belysningssättet (HPS vs. Led) samt lite av odlingsunderlag (torv vs. stenull).
- Vattenförbrukning i DAT-odlingen är knapp – bland de bästa nivåer som kan uppnås i högteknologiska växthus.
- **Obs! Non-DAT odlarens vattenförbrukning har blivit 30 % mindre efter att han skaffade hybrid-belysningen.**

Insatser av gödsel, CO₂ och arbete per kg tomat

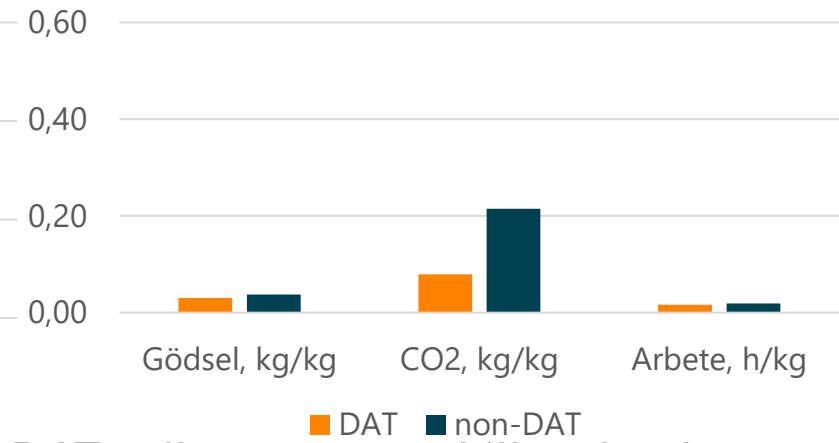
Insatser i 2022-23 (DAT 11, non-DAT 6 månader)



Insatser i 2023-24 (DAT 11, non-DAT 13 månader)

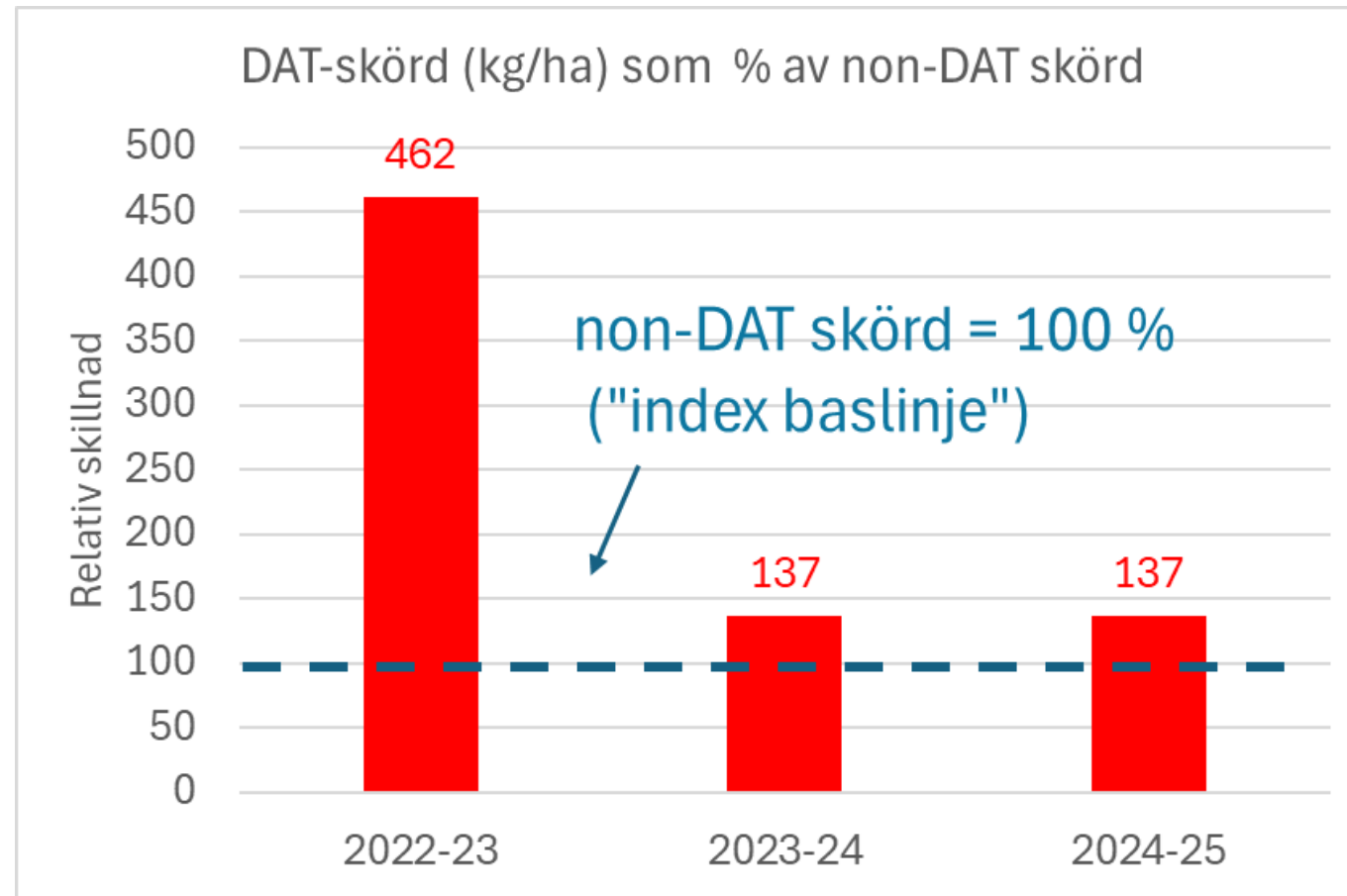


Insatser i 2024-25 (båda 11 månader)



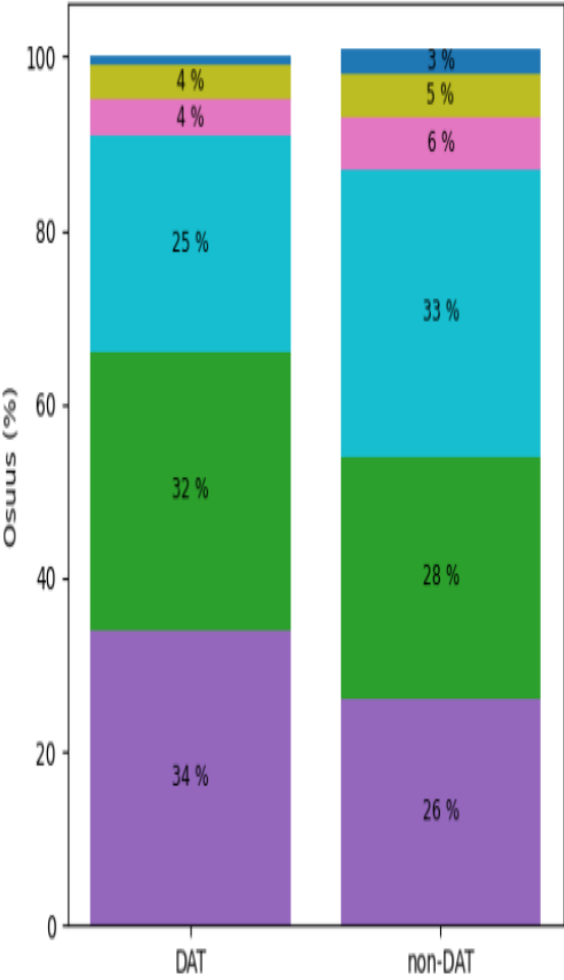
- Per kg tomat använder DAT-odlaren fortfarande mindre gödsel än non-DAT-odlaren, men skillnaden har minskat under tre år. DAT-odlarens gödselinsatser har varit relativt stabila. Non-DAT odlarens gödselbrukning är på förminskande – han bevattnare numera mindre efter han bytte till hybridbelysning.
- Det framträder tydligare skillnader i CO₂-användning, vilket tyder på olika strategier för klimatstyrning och avkastningsnivå.
- Skillnaden i arbetsinsats per kg tomat är liten med undantag för den första undersökningsperioden, vilket för non-DAT-odlaren var kort. (Obs! arbetsarrangemang är olika i de två odlingarna: 2 plockningar per vecka hos DAT-odlaren och 3 hos non-DAT odlaren.)

Skillnader i insatser per kg tomater bland andra faktorer inverkar på skörden per ha

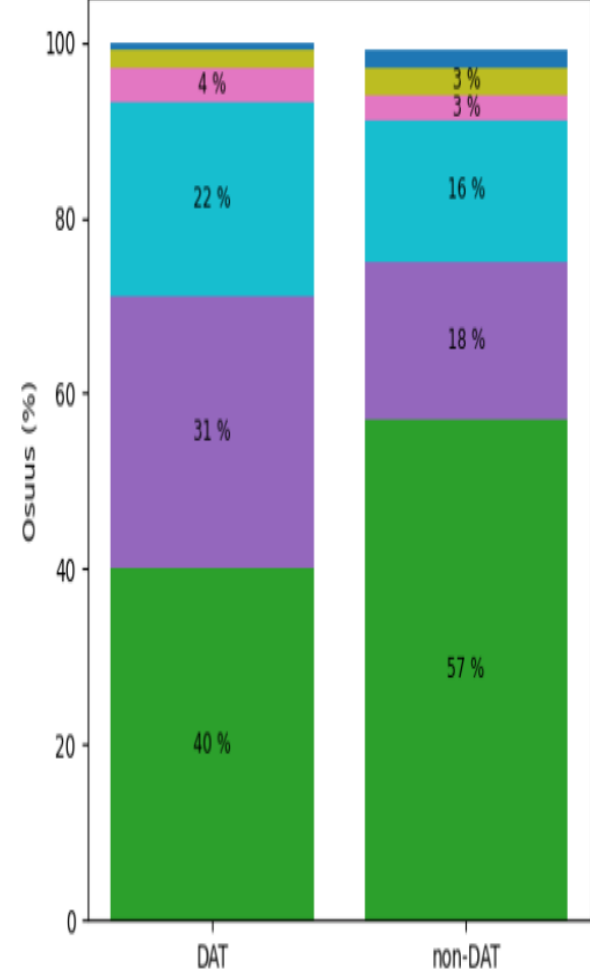


El, värme och arbete utgör de största proportionerna av rörliga totalkostnader per kg tomater

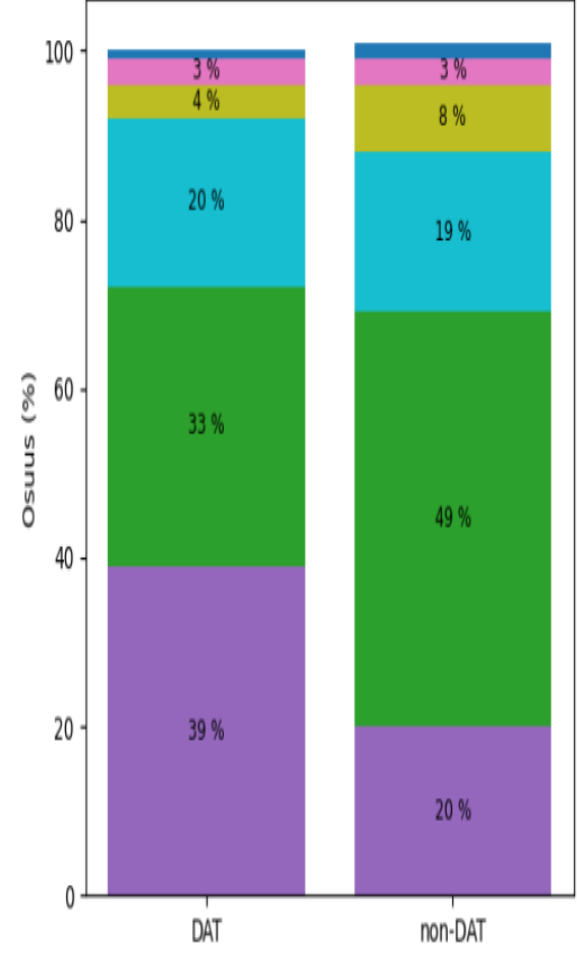
2022-23:



2023-24:



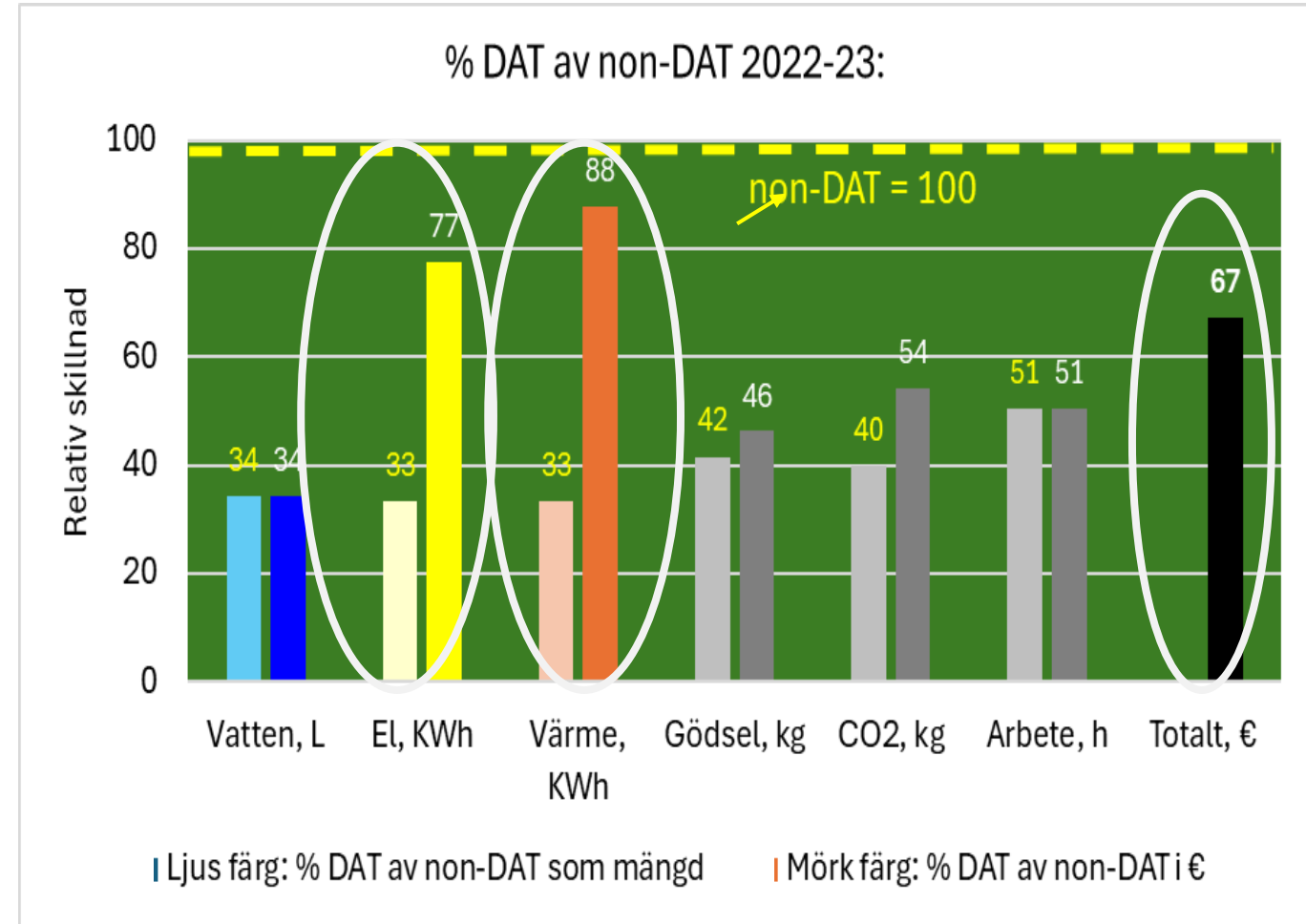
2024-25:



Relativ skillnad i insatsmängder & kostnader per kg tomater i 2022-23 med höga elpriser → vinterpaus hos non-DAT -> osäkerheter i data

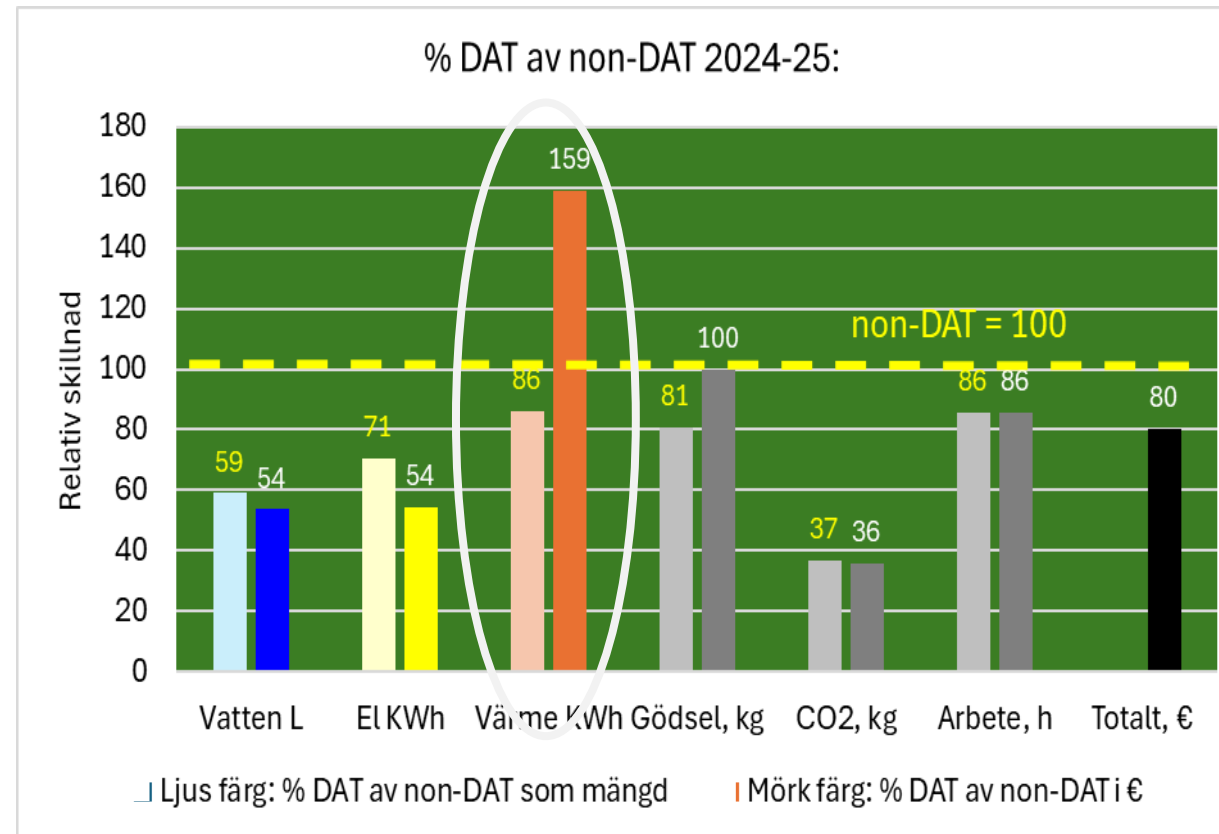
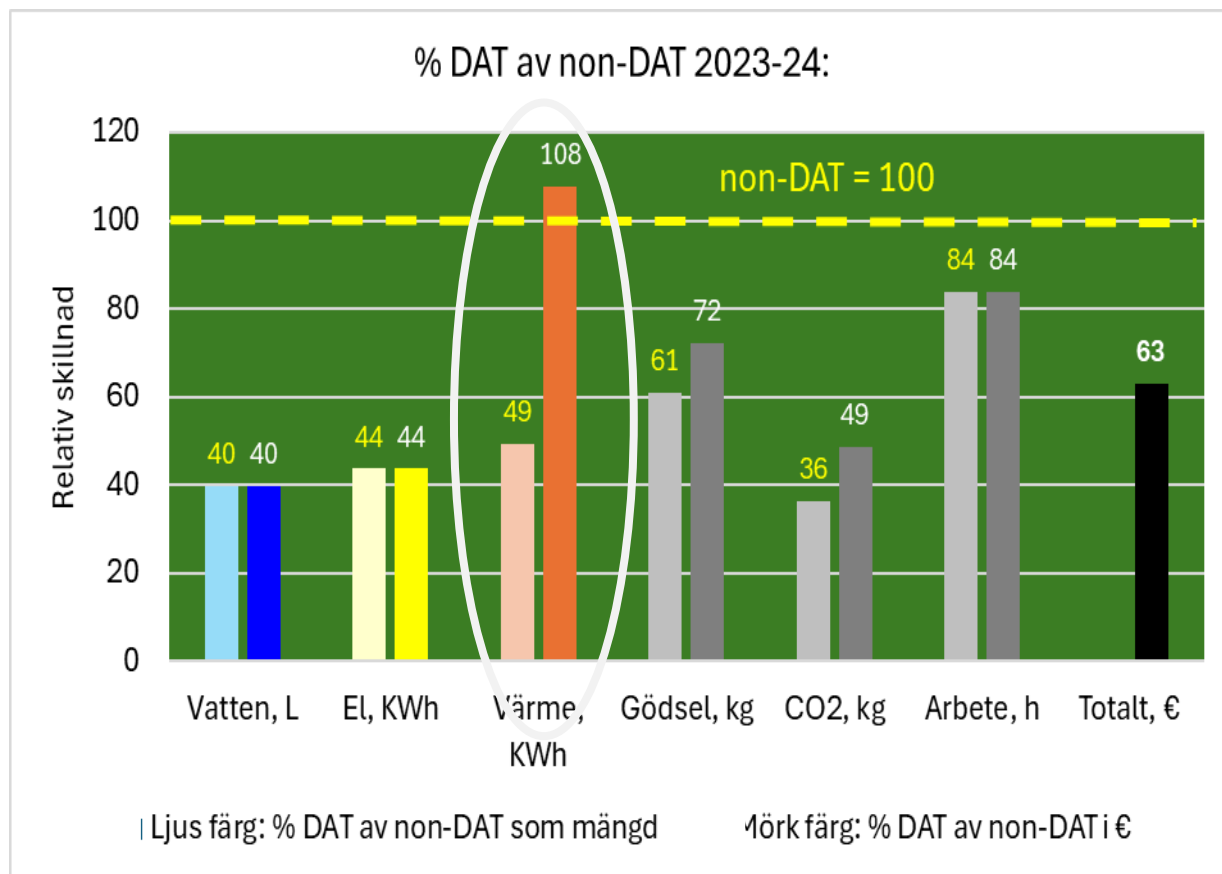
© Luke

- DAT-odlarna använde mindre av insatser och hade mindre kostnader per kg tomater
- Under 11 månader använde DAT odling bara 34 % el/ kg tomater jämfört med non-DAT som odlade i 6 månader (skördfasen ca. 4 månader) → non-DATs skörd utgjorde bara 22 % av DATs skörd.
- Svårt att bestämma elkostnader för non-DAT: hans elkontrakt baserade på inköpt el så han kunde sälja tillbaka den oanvända delen → kalkylerad skillnad mellan elkostnader/ kg tomater är sannolikt för stor för non-DATs fördel.
- För värme per kg tomater betalade DAT-odlarna nästan lika mycket som non-DAT oberoende av större skörd per ha = utval av energikällorna för värme har betydelse.



OBS. Stolpen på vänster med ljus färg = % DAT av non-DAT för mängder
Stolpen på höger med mörk färg : % DAT av non-DAT för kostnader

Relativ skillnad i insatsmängder & kostnader per kg tomater 2023-24: **värme**



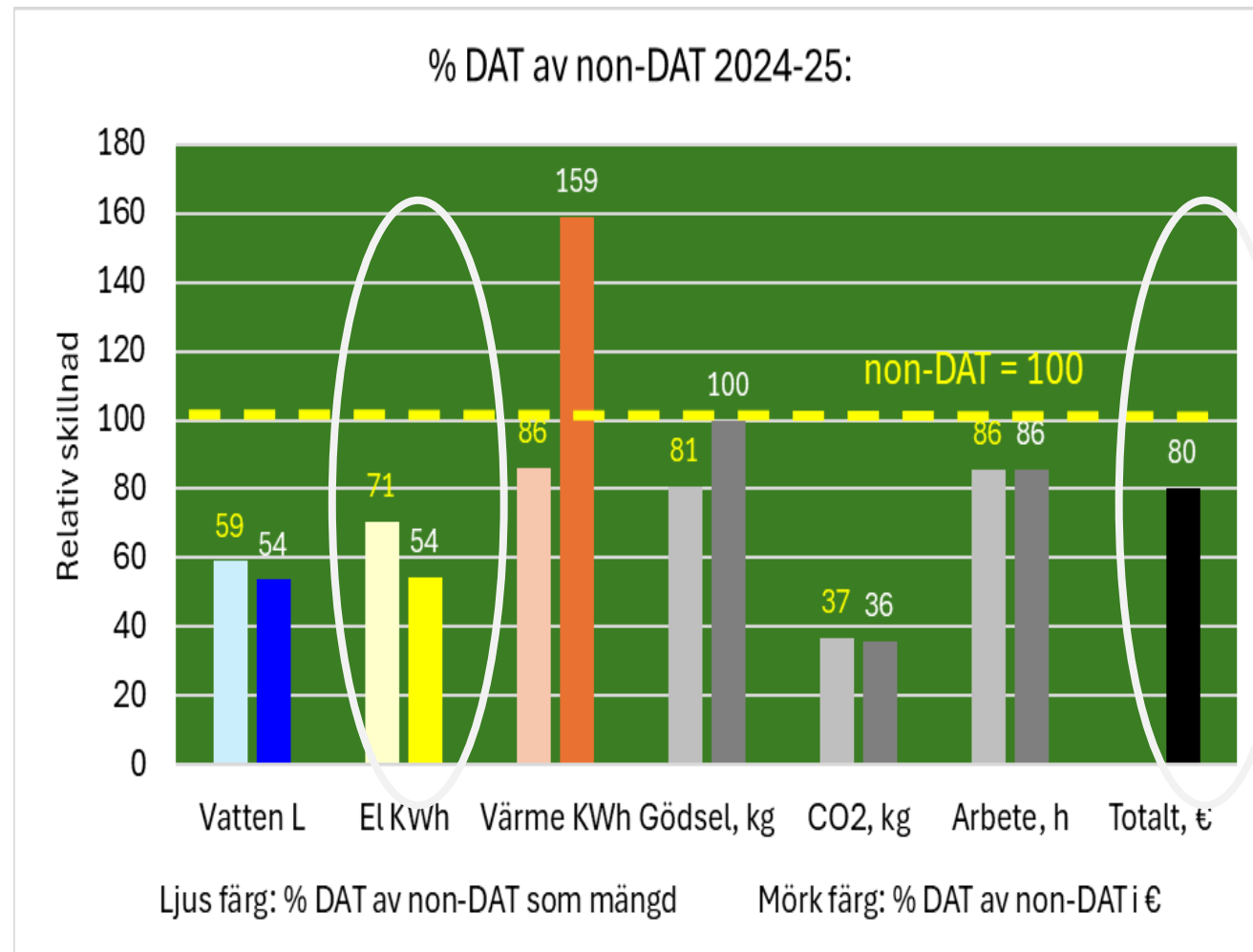
- Kostnadsmässigt spenderade DAT-odlarna mer pengar **på värme** även i 2023-24 och 2024-25 fastän använda KWh fortfarande mindre än hos non-DAT.
- Utval av energikällor för uppvärmning av växthus inverkade värmekostnader per kg tomater

Insatser och kostnader/kg tomater

El KWh

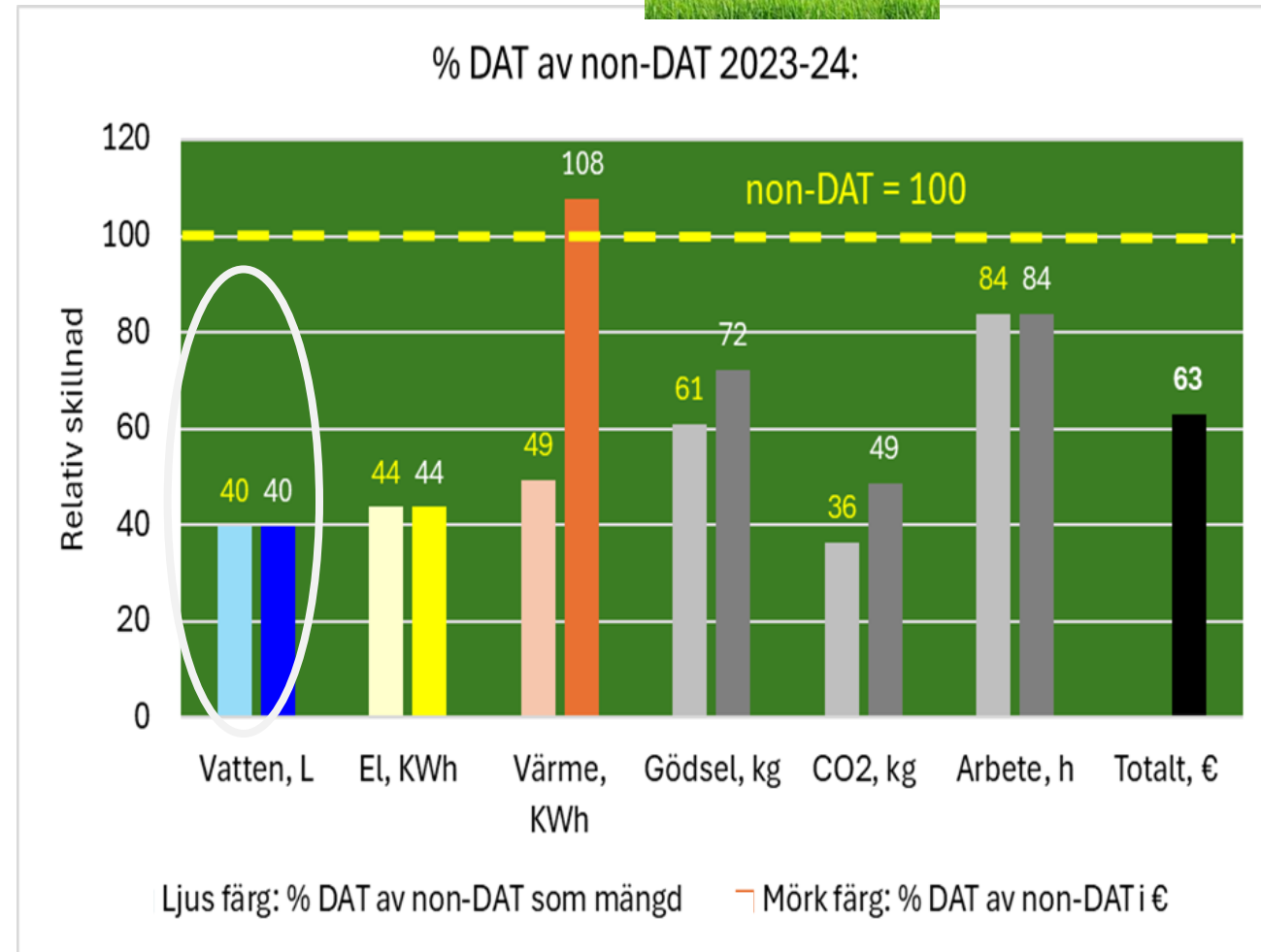


- Under de 3 åren, använde DAT-odlaren **22 – 55 % mindre euro för el /kg tomater**. I det sista året använde de inte bara mindre av el, men hade även **billigare el**.
- Kostnadsskillnaden för el var generellt stor, även i det sista året, fastän förbrukning av el på de två odlingarna **närmade varandra**. **DAT-odlaren har lyckats hitta gynnsamma tider för sin elanvändning**.
- DAT-odlarnas bättre **nivå av automation** gynnar bättre styrning av elförbrukning enligt elpriser – **en fördel av digitalisering**.
- Totalkostnader **närmade varandra** på DAT och non-DAT i 2024-25



H₂O L/kg

- Vatten är billigt jämfört med el och värme_ Kostnadmässigt är förminskning av vattenförbrukning i och för sig inte speciellt lockande för odlarna.
- Insatser av vattenmängder är ändå **ekologiskt viktiga**: de inverkar **vattenfotavtryck** och möjliga **näringsläckage** med överskotsvatten om vattenrecirkulering är inte i bruk.
- Vattenfotavtryck och minimering av näringsläckage har blivit viktiga för produktionsimago och därmed för konkurrensförmågan



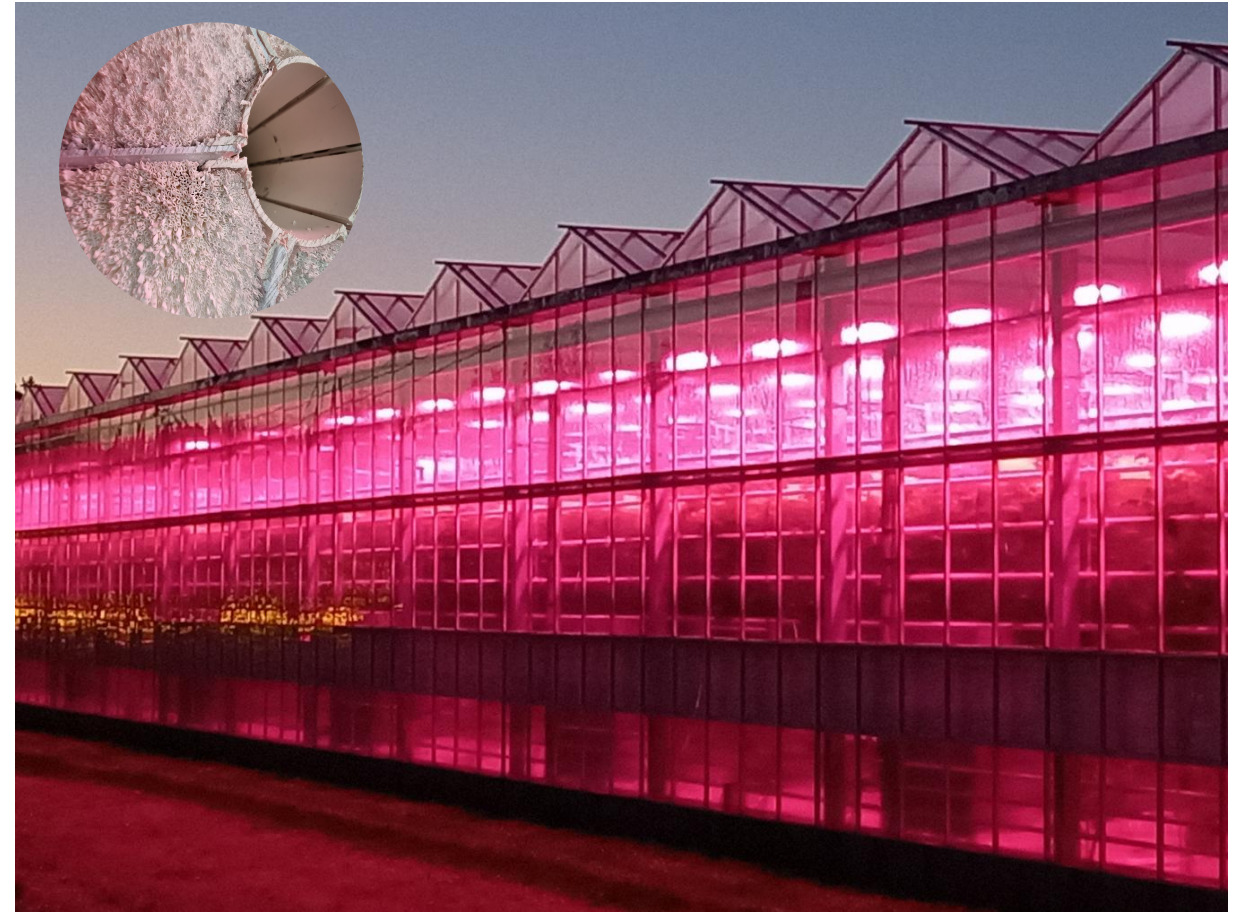
Resultat på utvalda hållbarhetsindikatorer för 2023-24 (av Politecnico di Milano) stöder föregående slutsatser:



Ekonomiska effekter i €:	Prestanda av DAT vs. non-DAT
Vatten	-
El	-
Värme	+
Gödsel	-
Skörd	+
Netto fördelar	+
Några ekologiska och sociala hållbarhetseffekter:	
N, P, K använt	-
Effektivitet för N	+
Effektivitet för P	+
Effektivitet för K	+
El konsumtion	-
Energi konsumtion för uppvärmning	-
Vatten konsumtion	-
Produktivitet av bevattning	+
Inkomster för skörd	+
Social hållbarhet (fortsättning av verksamhet oberoende av t.ex. prishöjningar i nyckelresurs som el)	+

Sammanfattning på effekter av DATs:

- **Dynamisk led-belysning minskade elförbruk på båda odlingarna**
- **Led-belysning medförde med sig 30 % förminskning av vattenförbrukning även utan vattenrecirkulering → sannolikt mindre näringsläckade.**
- **Vattenrecirkulering medför med sig mindre gödselinsatser per kg tomater**
- **Mindre vattenförbrukning och recirkulering medförde med sig bättre användnings effektivitet av NPK på DAT-odlingen.**



Stor tack !

Odlare som delade sina data för denna forskning

Politechnico di Milanos forskare som analyserade hållbarhetsaspekter

Liisa Pesonen från Luke som bidrog med kommentarer och åsikter

EU och Luke för finansiering

Ni, ärade åhörare av presentationen



luke.fi



SCADS

