



# Hur fuktigt var det?

## Kan vi mäta jordfukt med satellit?

Per Frankelius och Karolina Muhrman  
Agtech Sweden • Linköpings universitet

1



**Agtech**  
Sweden

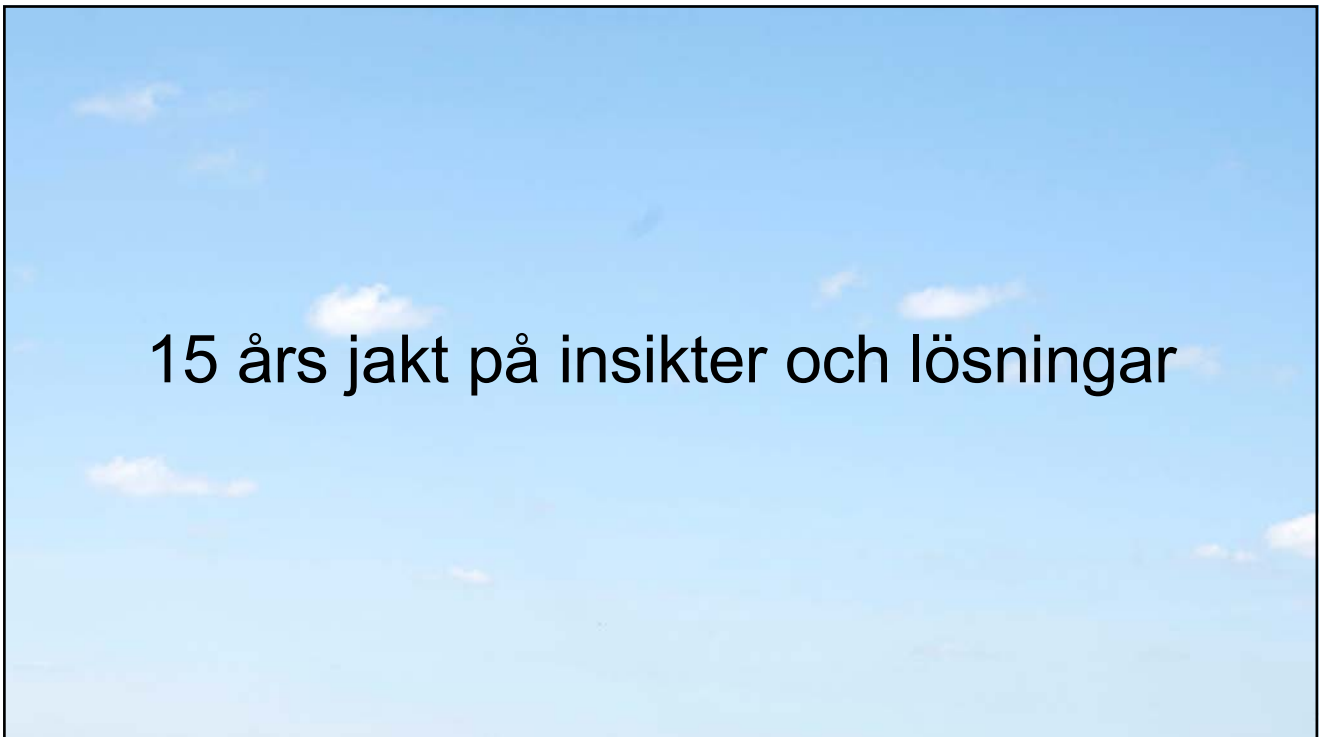
**Kunskapsnav**  
Digitalisering

VINNOVA li.u LINKÖPINGS UNIVERSITET Region Östergötland 

2



3



4



## Satelliter och flyg lyfter jordbruket till nya höjder

Av Per Frankelius

Inför vårbruket 2013 lanserade Väderstad-Verken sämaskiner som kommer ihåg var varje bill sätt och som stänger av sektion för sektion allteftersom de kör in över en kil av redan sådd gröska. Precisionen är på centimeternivå. I september visades ännu en nyhet: ett system baserat på iPad i patentsökt robust hållare med anpassade kontrollknappar, berättar Crister Stark. Jordbrukssektorn är mitt inne i en högteknologisk revolution som har flera kopplingar till både rymd- och flygteknologi.

Den ekologiska lastbrukarens dröm, under en höjd 1973 följde partnern att samredskap som automatiskt lockar vaskar mellan två planter, är redan verklighet. I dag kan man också placera gödningsprecis och bara där det behövs. Oönskade flyglan och helikopter övervakar, och gör insatser på, varje liten del av åkern. Här följer några huvuddrag i precision jordbrukets utveckling.

### GPS-teknologi i jordbruket

Efter att rysarna skjutit upp Sputnik den 4 oktober 1957 tog "rymskuggan" fart. I National Aeronautics and Space Act - dokumentet som lade grunden till NASA 1958 - skrevs att ett av satsningens ämnen var att bereda väg för civila applikationer.

1969 förelagade Aerospace Corporation, Ivan Gettings, ett satellitbaserat navigationsystem. Men president Nixons vetenskapliga rådgivare Lee Halderidge var skeptisk. Efter flera veckors övervägande så kan nej med motiverat att det var för många organisationer som skulle behövas samman. 1977 hade US Navy och US Air Force redan egna system. Bradford Parkinson, överste i US Air Force, ledde Joint Program Office (JPO) och lyckades

under en höjd 1973 följde partnern att samredskap som automatiskt lockar vaskar mellan två planter, är redan verklighet. I dag kan man också placera gödningsprecis och bara där det behövs. Oönskade flyglan och helikopter övervakar, och gör insatser på, varje liten del av åkern. Här följer några huvuddrag i precision jordbrukets utveckling.

I juni 1974 beslutade JPO att Rockwell International skulle få bygga systemet, Global Positioning System (GPS). I februari 1978 testades en prototyp efter att första satelliten, NavStar, skjutits upp. 1994 var systemet i drift med 24 satelliter.

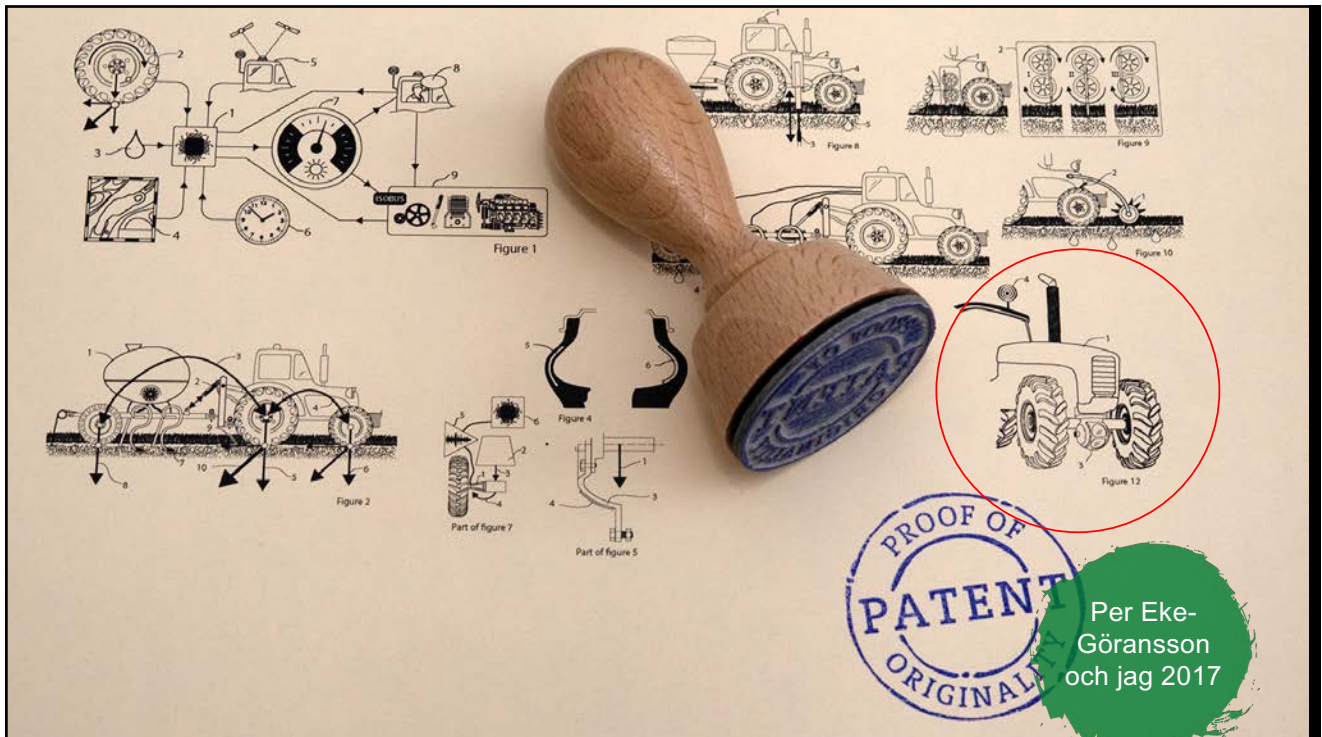
I april 1995, efter 12 miljarder investeringar, fyller många systemer klart. Dock hade man tidigt lagt in funktionen "selective availability" som gjorde att civila användare inte fick lika exakta och konsekventa signaler. Efter att ett korvsmittat plan flugit väst och blivit nedskjutet av ryska armén 1983 lovade president Reagan att man skulle vara mer generös med signalerna. Efter påtryckning från kongressen beslutade slutligen president Clinton att släppa signalerna helt fria, vilket skedde 2 maj 2000. Precisionen var nu 15-20 meter.

Men senig tidig möjligheterna med GPS i jordbruket. Montana State Univer-

Med inbörd känna kan man få fram bilder som visar variationer i grösens växtfördelning.



Flyg- och satellitstudien år 2011-2013



Per Eke-Göransson och jag 2017



7



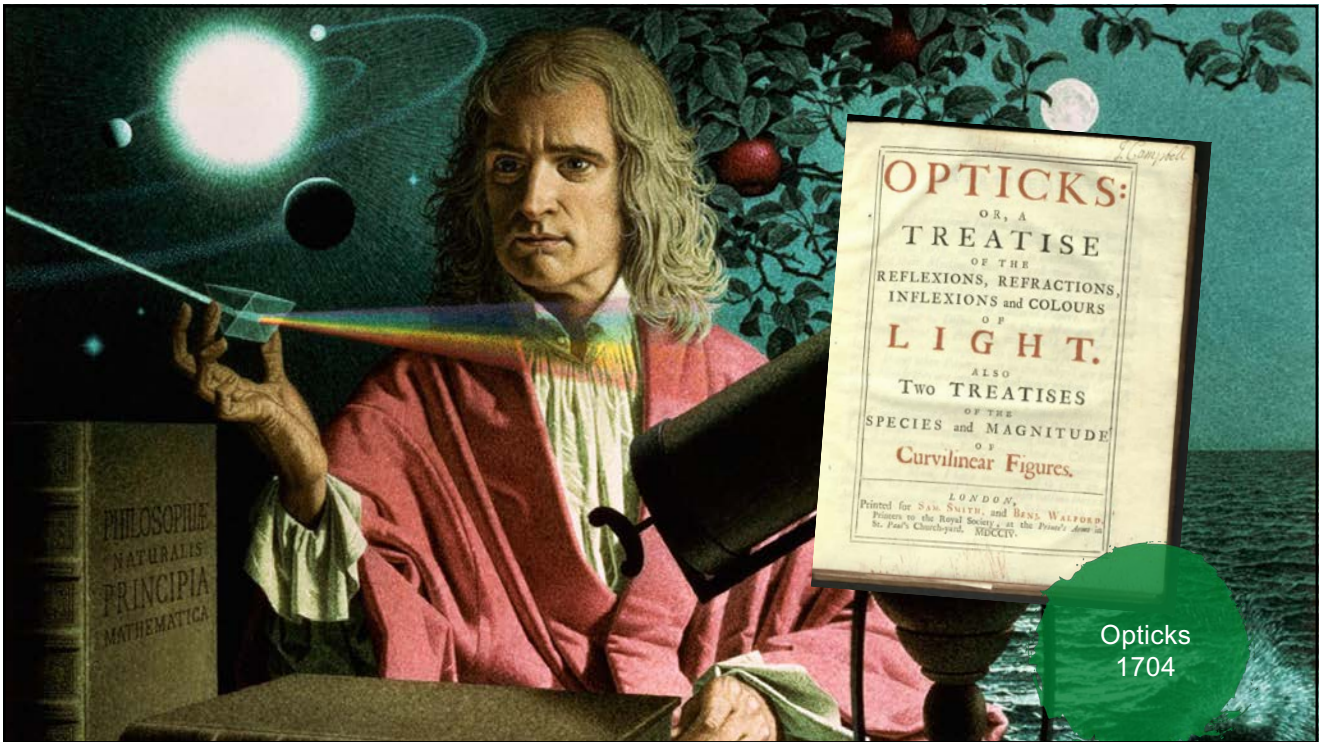
8



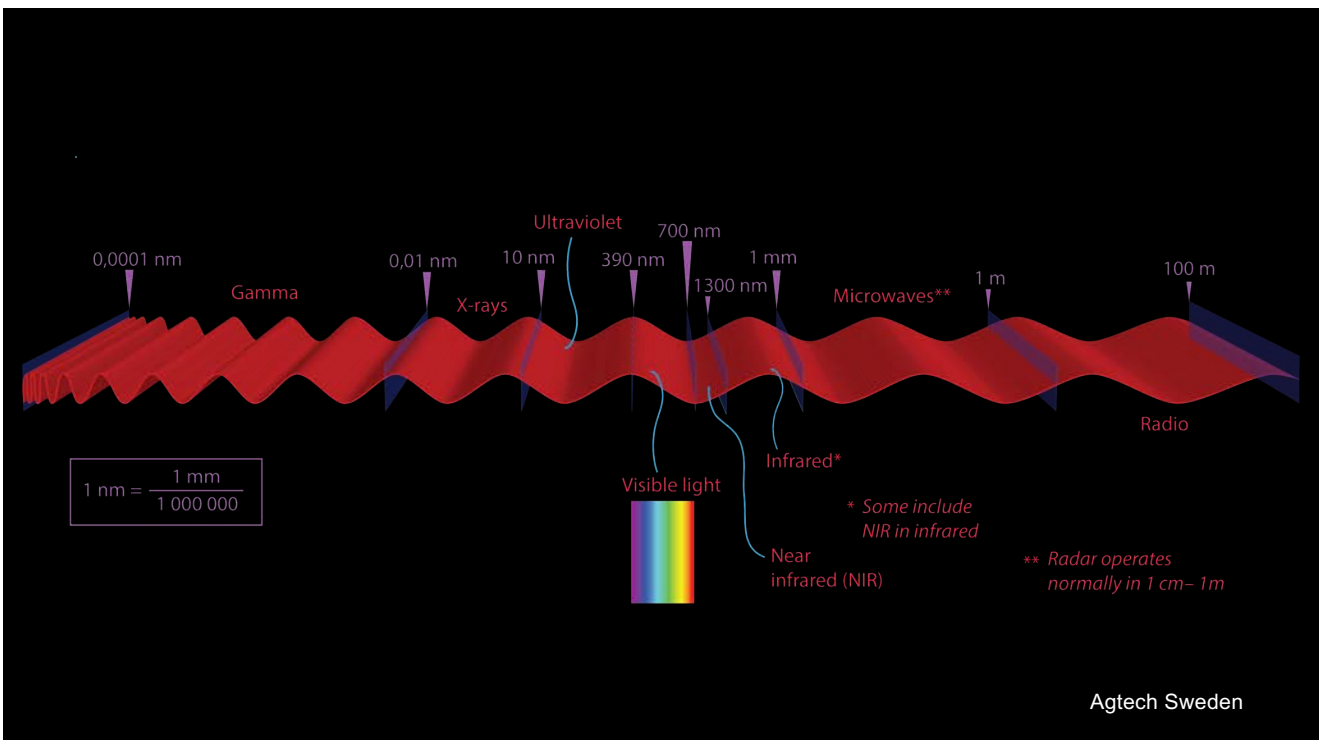
9



10



11



12

Allt med en temperatur över absolut noll avger strålning, vilket kallas "blackbody radiation", beskrivet enligt Plancks lag.

13



Jorden sänder ut strålning i det infraröda området, men också ut en del mikrovågor.

14

Med radiometrar kan vi mäta jordens  
utråstålning av mikrovågor

15

Mycket mikrovågor

Lite mikrovågor



Torr jord

Fuktig jord

16



Vad mer kan vi mäta med radiometrar?

17

Varmare

Kallare



Torr jord

Fuktig jord

18

Ljusare

Mörkare



Torr jord

Fuktig jord

19

## Satelliter och dess sensorer för fuktmätning – En översikt

20

**BILDER BORTTAGNA PGA  
UPPHOVSRÄTTLIGA BEGRÄNSNINGAR  
ATT SPRIDA DIGITALT**

21



1983 provades ett affärssystem för potatisodlare i Oregon, USA. Företaget Cropix lät odlarna jämföra sina fält med andra potatisodlares genom data från LandSat. Det hjälpte dem räkna hem en stor prisuppgång följande vinter. Baserades på vegetationsdata (inte markfukt).

22

## Störiga faktorer

23

Upplösning: Flera km är vanligt, men dåligt:

Aqua: 5–56 km


JAXA/ AMSR2 : 3–60 km

Noggrannhet: Si och så för störande faktorer är många t.ex. olika jordtyper, vegetaton, moln, oefinierad markyta, topografi mm (forskning pågår inom Agtech Sweden)

Uppdatering: En gång per dygn inte alltid tillräckligt

Kostnad: Dåligt är gratis men kvalitet kostar...

24



”När ett mätvärde blir ett målvärde upphör det att vara ett bra mått”

En parafra på Goodharts lag. Charles Goodhart, brittisk ekonom skrev “When a measure becomes a target, it ceases to be a good measure”

25



Försök att övervinna problemen

26

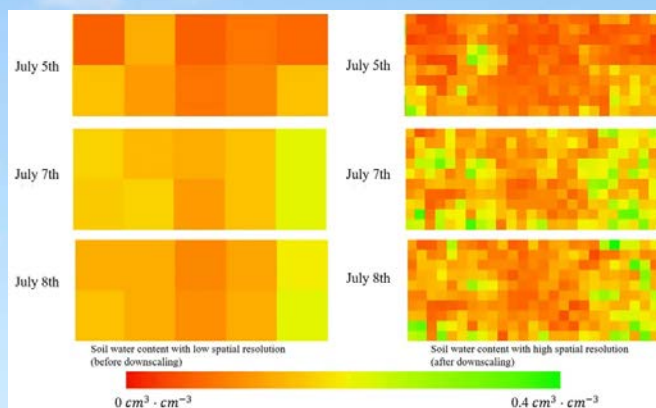
“Downscaling” genom kombination av flera sensorer, t.ex. temperatur, multispektrala (Röd och NIR i kombination) samt mikrovågor

“Downscaling” genom maskininlärning som t.ex. neurala nätverk

Kalibreringar, atmosfäriska korrektioner och data fusion

Ge upp jakten på just fukt och istället låta datorn leta korrelationer och mönster mellan rådata och t.ex. skörd (“foundation models”)

27



Passiva mikrovågor ger bara info om jordfukten med spatial upplösning på 10-50 km.

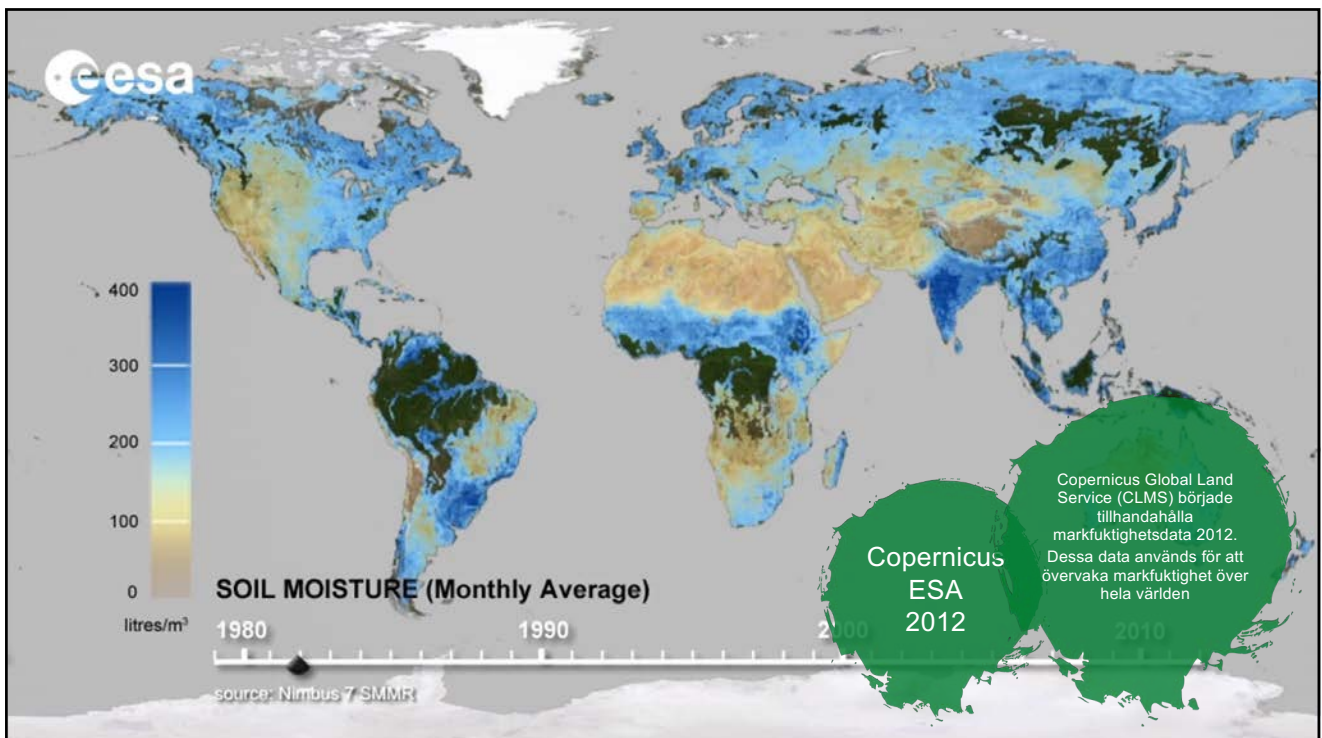
I detta fall skapades en ”downscaling algoritm” baserad på C-band backscattering coefficient för att kompensera mot vegetation på fälten och andra faktorer.

Sun, Li, Ma & Zhu (2021): Study of downscaling method for coarse-resolution soil moisture product using combined AIRSAR and PALS Radiometer data (2nd International Conference on Geology, Mapping and Remote Sensing)

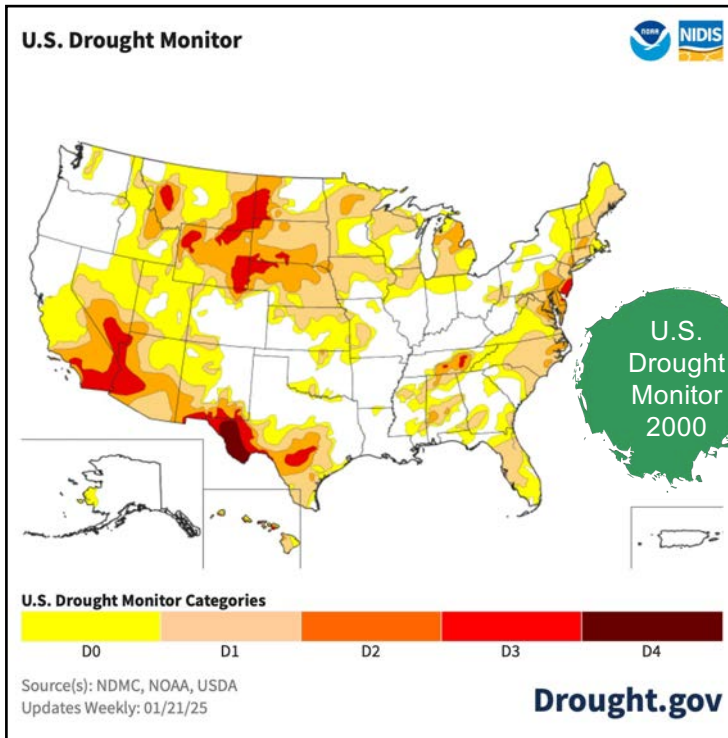
28

# Utbudet av satellitbaserad markfuktdata?

29



30



### Kombinerade satellitdata

- Soil Moisture: SMAP (Soil Moisture Active Passive)
- Vegetationshälsa: MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) genom att mäta NDVI (Normalized Difference Vegetation Index).
- Nederbörd: TRMM (Tropical Rainfall Measuring Mission) och GPM (Global Precipitation Measurement).

31




32





**BILDER BORTTAGNA PGA  
UPPHOVSRÄTTLIGA BEGRÄNSNINGAR  
ATT SPRIDA DIGITALT**

33



**Slutsats: Går det att mäta  
jordfukt med satellit?**

34

Ja, det går att mäta jordfukt med satellit!

Men upplösningen är inte så stor.

Temporär noggrannhet är ganska OK


Spatiell noggrannhet är ännu under utredning

Mer forskning och utveckling behövs – och pågår för fullt och då inte minst kalibreringar

35

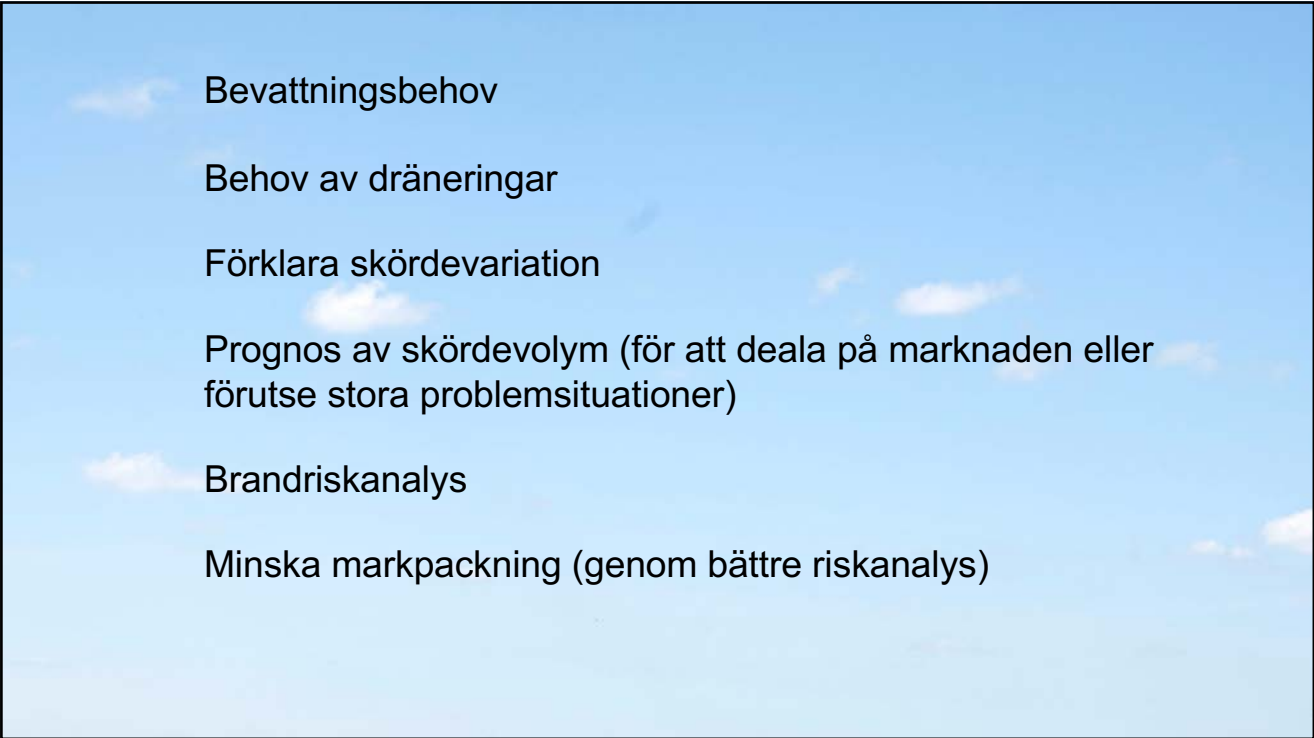


36



## Potentialen med mäta jordfukt med satellit?

37



Bevattningsbehov

Behov av dräneringar

Förklara skördevariation

Prognos av skördevolym (för att deala på marknaden eller förutse stora problemsituationer)

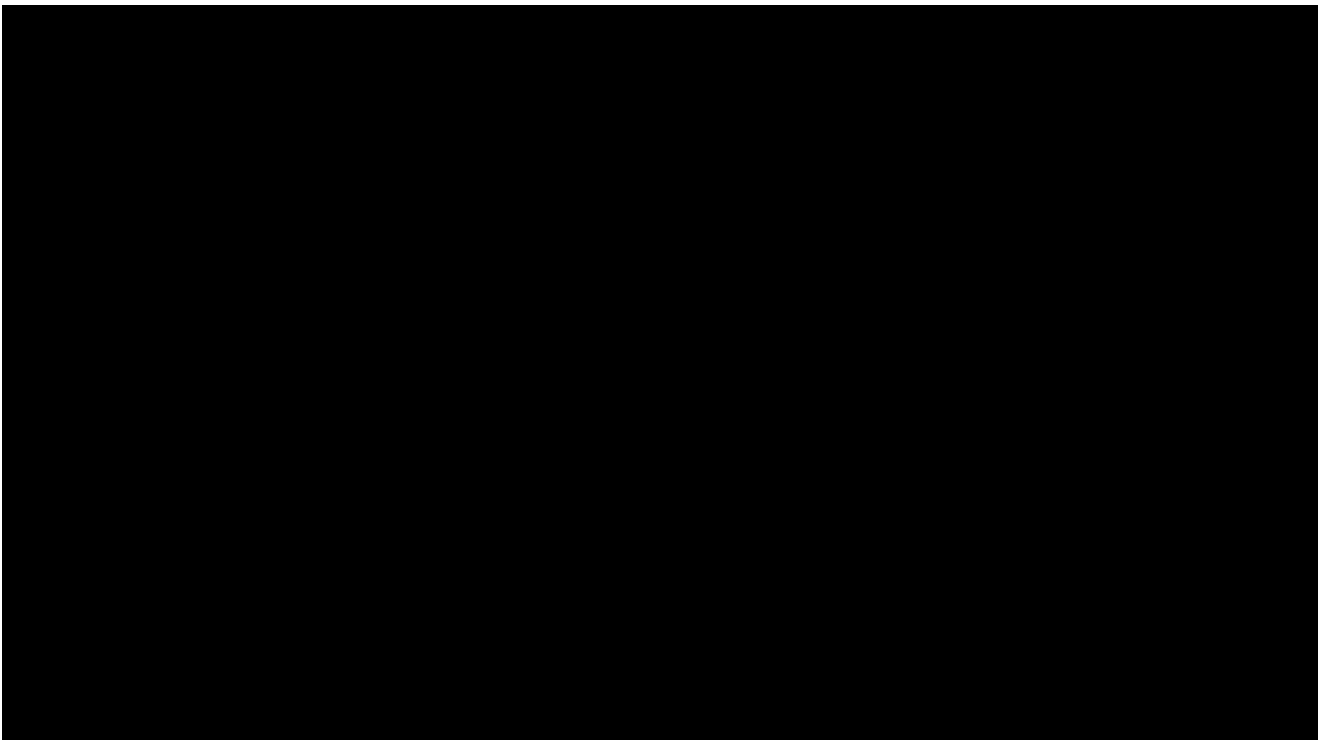
Brandriskanalys

Minska markpackning (genom bättre riskanalys)

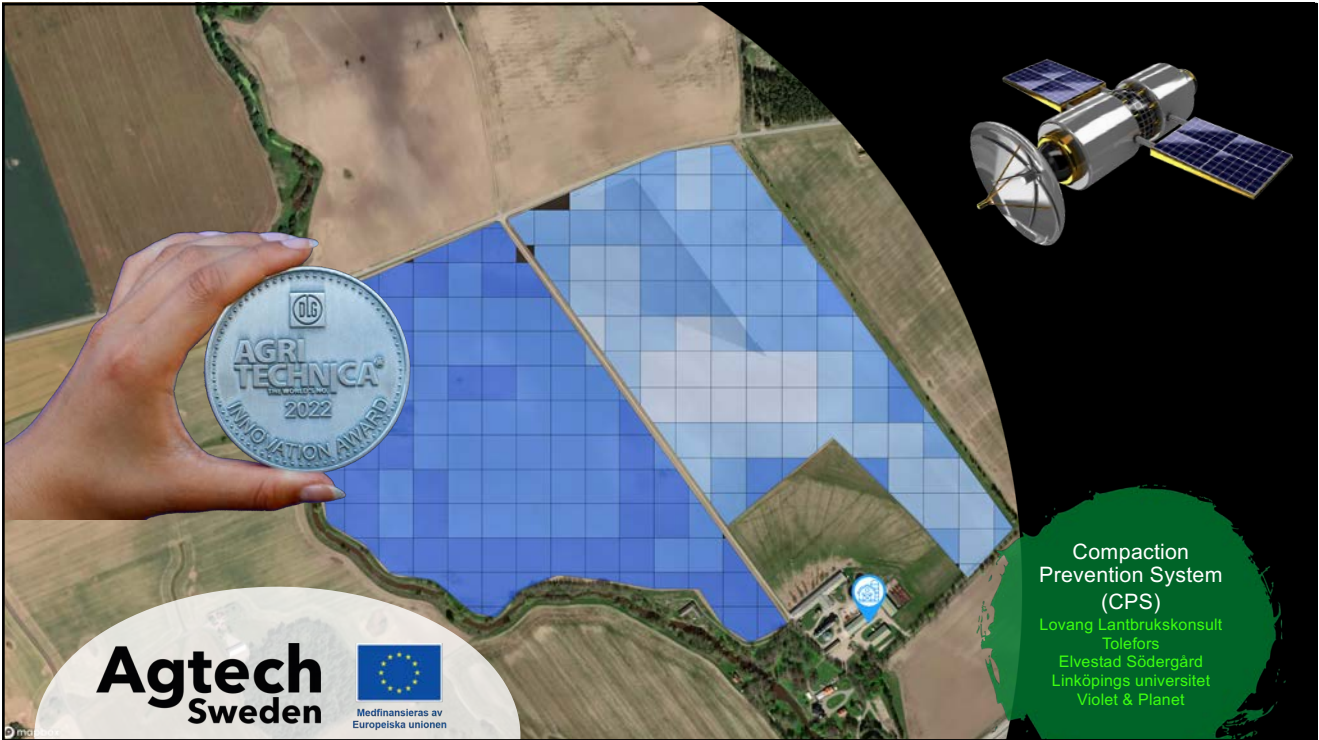
38



39



40



41



42