





# Räkna F

**Petter Wallentén**

**Lund University  
Dep. of Building Physics**






## Problemet

Användningen av byggnadsfysikaliska beräkningsverktyg ökar ständigt i Sverige, främst hos tekniska konsulter. I Sverige är den endimensionella versionen av programmet WUFI ofta använt för att göra värme och fuktberäkningar i byggnadsdelar.


Erfarenhet visar att olika användare (av olika program) kan få mycket olika resultat för samma konstruktion vilket lett till viss (berättigad) skepsis om resultaten.

Kan vi lita på resultaten av fukt beräkningar?







## Kan vi lita på räkningarna ?




- Flera studier visar att det går att få rimliga resultat jämfört med mätdata.
- Största problemet är prediktion/prognos
- Vilka randvillkor (klimat) skall man ha ?
- Vilka kriterier skall man ha för att godkänna en konstruktion?
- Det stora antalet parametrar gör det svårt att få ett definitivt svar.
- Det är lätt att producera för mycket utdata som förvirrar.






**LUNDS**  
UNIVERSITET



## Orsaker till att resultat kan skilja sig mycket åt



Olika val av rimliga indata


- olika val av material data
- olika förenklade randvillkor
- klimatdataval


Felaktiga/orimliga indata

- felaktiga materialdata, dimensioner etc


Felaktiga/orimliga antaganden

- transient eller stationär räkning
- felaktiga nyckelparametrar






**LUNDS**  
UNIVERSITET



## Fler orsaker till spridning i resultat





Numeriska problem


- konvergensproblem
  - implicit (noggrannhet lägre men hög stabilitet)
  - explicit (hög noggrannhet men lägre stabilitet)
- upplösning (antal celler)
- val av tidssteg

Analys av resultatet


- svårt att göra en mögelanalys men lätt att producera mycket kurvor







## Räkna F





Avdelningen för Byggnadsfysik LTH har i samarbete med Fuktcentrum och inom ramen för projektet Woobuild sammanställt ett dokument, baserat på erfarenheter och nuvarande kunskaper, som är vägledande och förtydligande för ingenjörer som arbetar med fuktberäkningsprogram av typen WUFI.

Dokumentet benämns "RäknaF" för att anknyta till ByggaF.


Dokumentet innehåller rekommendationer och metoder som är tillämpbara vid ingenjörsmässiga fuktberäkningar och är ett stöd vid planering, genomförande och presentation av fuktberäkningar.

Det använder metoder från ByggaF och från EN15026 (Hygrothermal performance of building components and building elements - Assessment of moisture transfer by numerical simulation.)







## Design phase

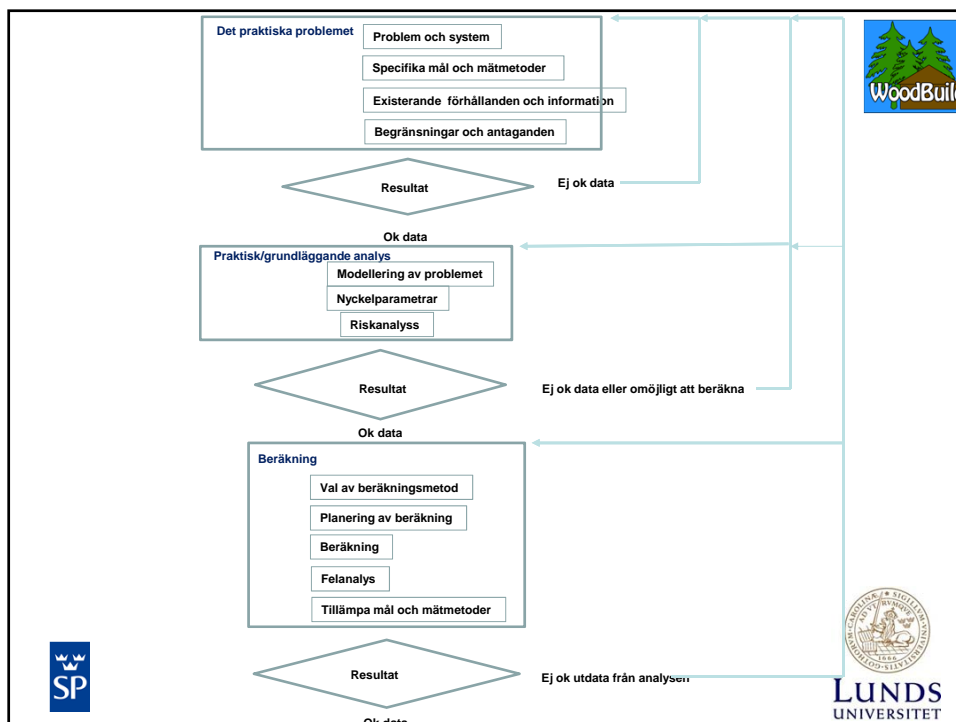
	Beginning of design	Design		End of design			
Activity	Information to architects and design engineers about the client's requirements and methods of follow-up.	Holding moisture meetings with architects and design engineers during the design stage.	Working with, and documentation of, moisture safety design.	Carry out inspection with respect to moisture safety of building documents such as drawings and specification of works.	Client's final inspection of building documents with respect to moisture safety.	Update and complete the moisture safety description.	Information to contractors about the results from the dry building design.
Responsible	Client and ME	Client and ME	Architects and design engineers	Responsible architect and design engineer	Client and ME	Client and ME	Client and ME
Tool		Meeting agenda.	Checklist and template for documentation of the moisture safety design.	Checklist for inspection of building documents.	Checklist for final inspection of building documents.		

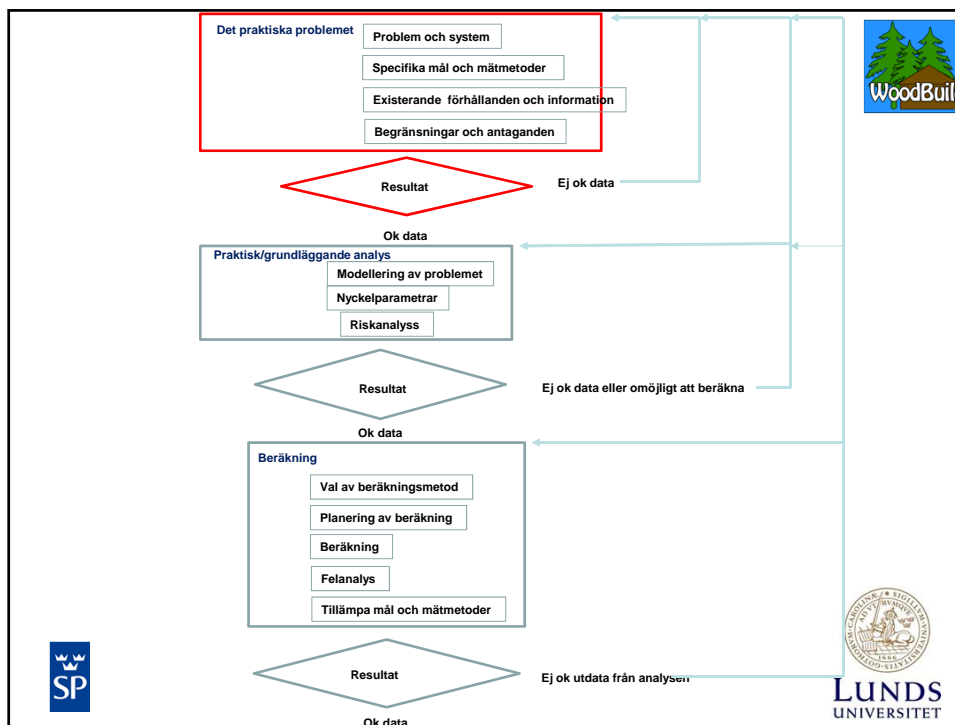
RäknaF


Planning phase

Design phase
Construction phase
Operation phase







## Det praktiska problemet



**Problem och system** (skada, BBR krav etc)

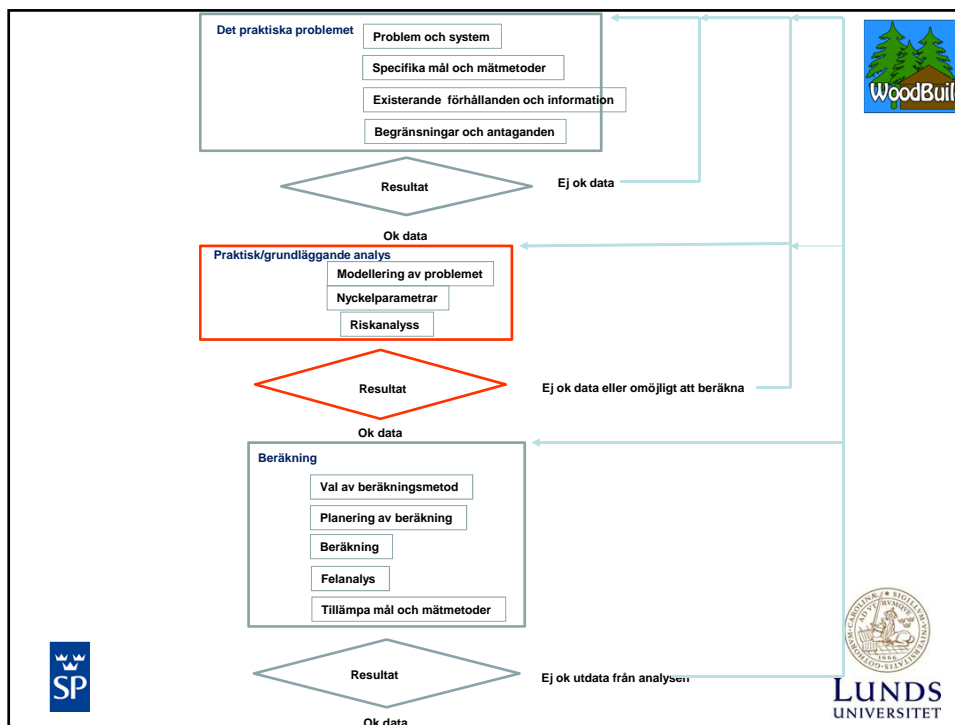
**Specifika mål och mätmetoder** (parameterstudie, rangordna, mögelindex)

**Existerande förhållanden och information**

**Begränsningar och viktiga antaganden**

**Är resultat av det praktiska problemet ok?**





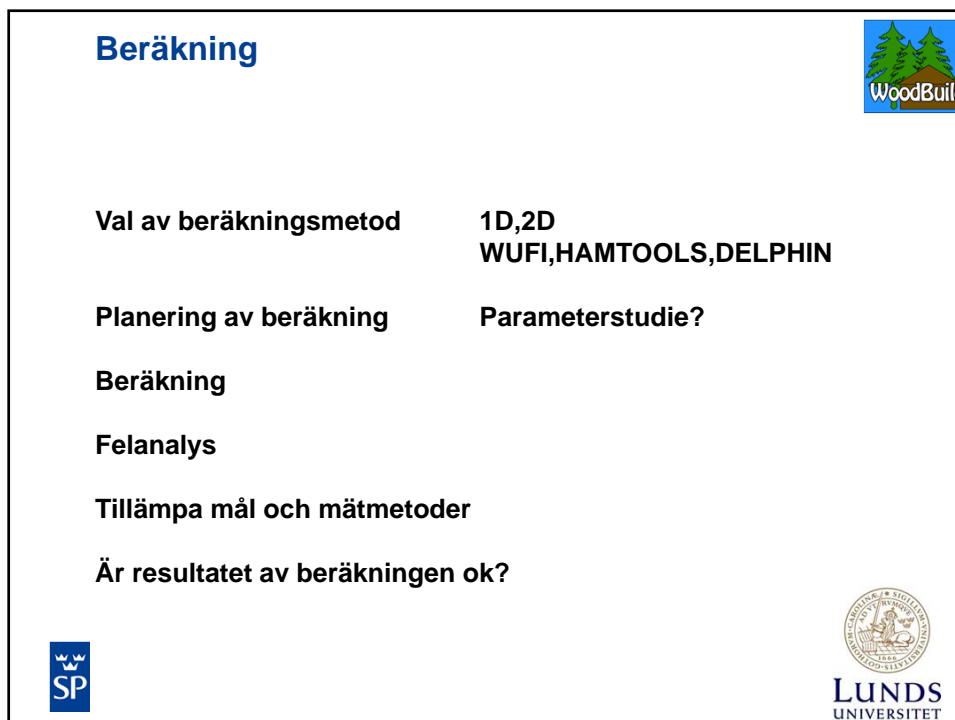
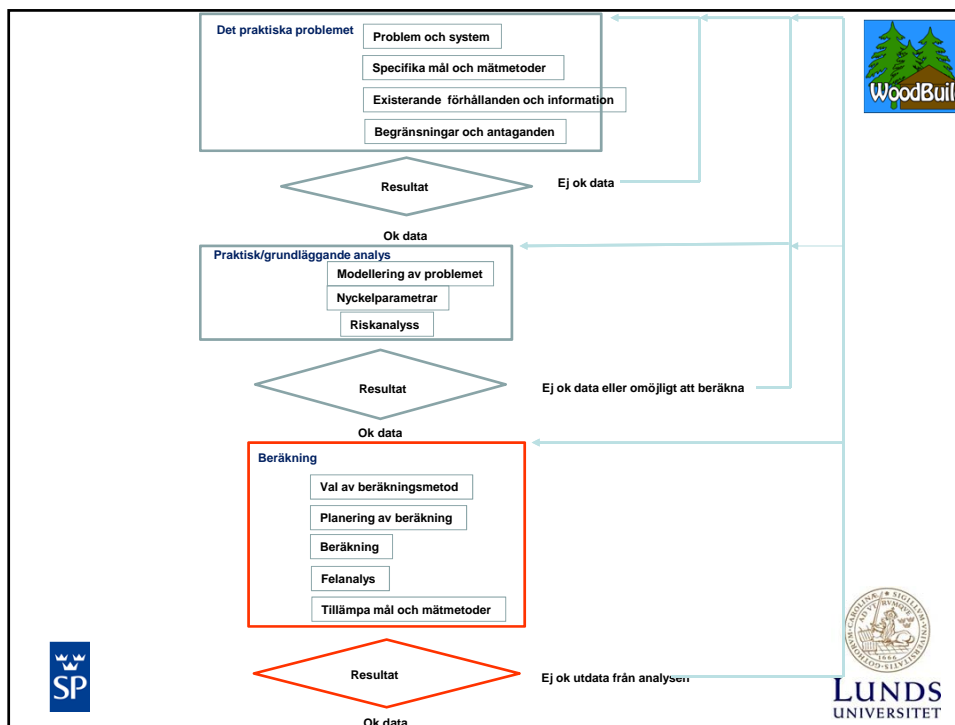
## Praktiskgrundläggande analys

**Modellering**

**Nyckelparametrar**

**Risikanalyss**

**Är resultat av praktisk analys ok ?**





### Beräkningen utförs

I detta skede bör planeringen vara klar och alla beräkningar görs.

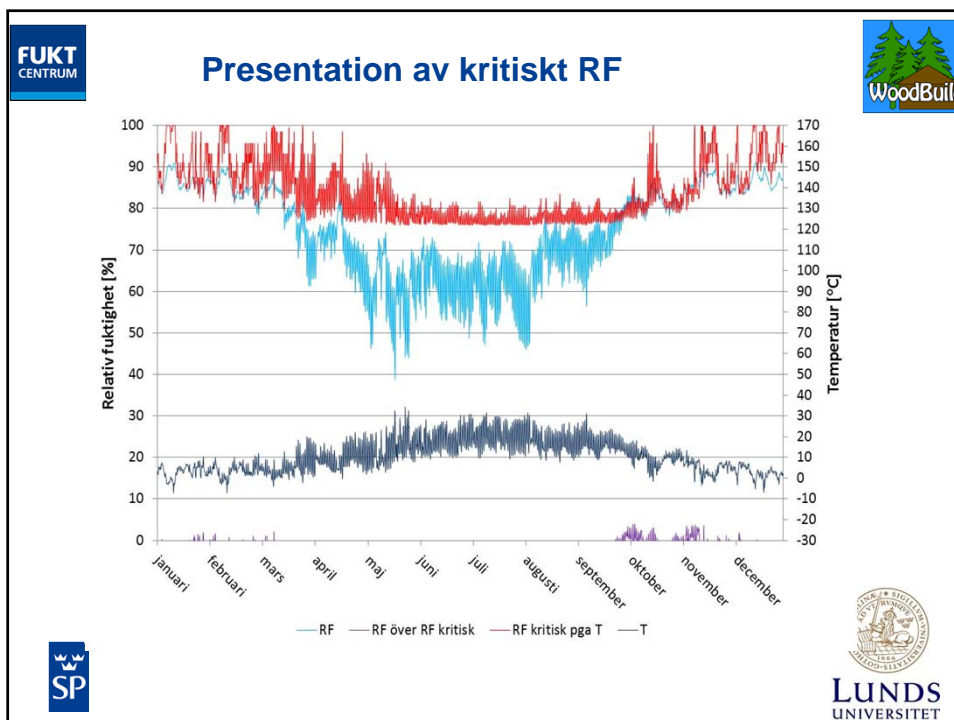
### Felanalys av beräkningen

#### Tillämpning av mål och mätmetoder på utdata

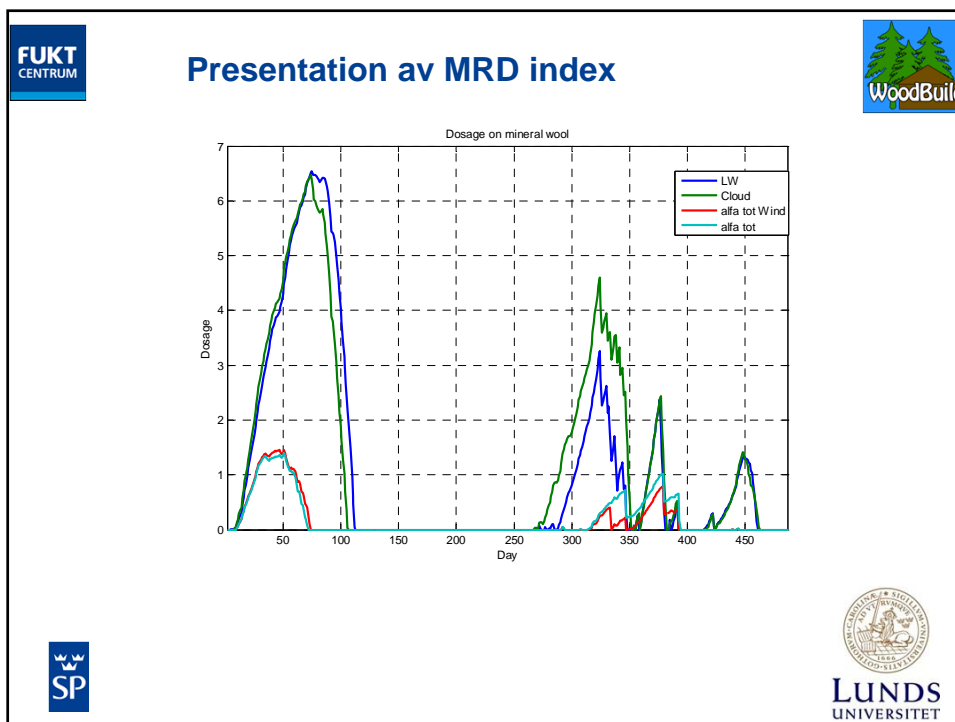
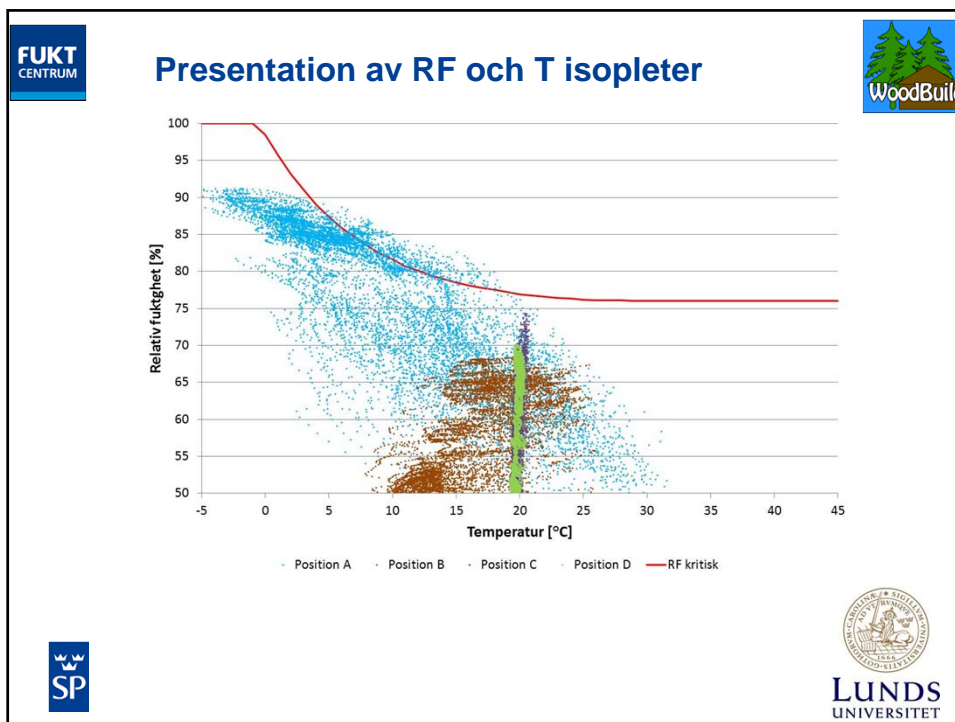
De valda målen och mätmetoderna används på utdata från beräkningen.


#### Resultat av beräkning och redovisning av resultatet

Beräkning bör kompletteras med fuktsäkerhetsbedömning av resultaten. Resultaten måste sammanfattas på ett begripligt ingenjörsmässigt sätt.










## Generella kommentarer



**Provräkningar**


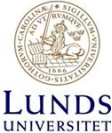
Gör ett antal testberäkningar för att undersöka beroenden och hitta fel i indata. Kontrollera rimligheten i beräknings resultat. Leta även efter parametrar och faktorer som har stor påverkan på resultatet.


**Slagregn**

1% av slagregnsmängden ska anses penetrera fasadskiktet i en vägg (ASHRAE 160-2009)


**Läckage från insidan**

Använda täthetskravet på 0,3 l/s m<sup>2</sup> vid 50 Pa



## Exempel på basfall för vissa konstruktioner



**Kallt tak:**

Fuktvot råspont 20%.

Sadeltak åt norr för att simuleraskuggning.

Regninträngning kan möjligen vara 0.1% som träffar råsponten.

Läckage inifrån kan vara 0.1-0.3 l/s m<sup>2</sup> 50 Pa.

Luftomsättning på kallvindar kan variera mellan 1 till 30 oms/h.

Basfall 3 oms/h

**Vägg - skalmur**



Fuktkonvektion inifrån på 0.1-0.3 l/s m<sup>2</sup> 50 Pa

Regninträngning 1% som når regelverket innanför fasadskivan.

Omsättning i luftspalten 1-10 oms/h beroende på risken för igentäppt spalt.

Basfall 3 oms/h

Norrfasad + mest slagregnsutsatt blir normalt dimensionerande.

**FUKT CENTRUM**

**Exempel på basfall för vissa konstruktioner**

**WoodBuild**


**Vägg - träpanel**  
Fuktkonvektion inifrån på 0.1-0.3 l/sm 50 Pa  
Regninträngning 1% som når regelverket innanför fasadskivan.

Det är därför lämpligt med en parameterstudie på detta om konstruktionen innehåller en ventilerad luftspalt. Ett förslag är att studera: 1 5 20 70 100 oms/h

Basfall 5 oms/h för liggande läkt (lockpanel,lockläkt etc)  
Basfall 70 oms/h för stående läkt som är öppen i ovan och underkant alternativt väl perforerad läkt.

Observera att detta skall likna verkligheten och inte en önskan om ventilationsgrad!

**SP**


  
**LUNDS**  
UNIVERSITET


**FUKT CENTRUM**

**WoodBuild**


**Appendix**

**SP**

  
**LUNDS**  
UNIVERSITET



## Klimat





För ögonblicket existerar inte ett allmänt accepterat dimensionerande klimat som kan användas vid dimensionerande (predikterande) fuktberäkningar.

En stark rekommendation är att använda flera olika år. En jämförelse med "normalklimat" bör göras om annat klimat används.

Det är viktigare att ha bra klimatdata (timvärden osv) än att de är exakt på husets plats.

Om det inte finns tillgång till flera år måste man upprepa sitt år i minst 5 år. Detta beror dock på hur långsamt konstruktionen reagerar.







## Planering av beräkning

### Parameterstudie





**Två parametrar för att undersöka extremvärden (R är referensfall, O är test som antar oberoende och B testar beroendet mellan a och b).**



		Parameter a								
		-	-75%	-50%	-25%	0%	25%	50%	75%	100%
Parameter b	100%									
	-					O				
	100%									
	-75%								B	
	-50%									
	-25%									
	0%	O				R				O
	25%									
	50%									
	75%									
100%					O					



LUNDS  
UNIVERSITET

**Exempel på oberoende beräkningsfall för två parametrar a och b.**



		Parameter a								
		-100%	-75%	-50%	-25%	0%	25%	50%	75%	100%
Parameter b	-100%					O				
	-75%									
	-50%					O				
	-25%									
	0%	O		O		R		O		O
	25%									
	50%					O				
	75%									
	100%					O				



LUNDS  
UNIVERSITET

### Exempel på oberoende beräkningsfall för två parametrar där man misstänker ett olinjärt beteende i a.



		Parameter a									
		-100%	-75%	-50%	-25%	0%	25%	50%	75%	100%	
Parameter b	-100%			O				O			
	-75%										
	-50%			O				O			
	-25%										
	0%	O		R		O		R		O	
	25%										
	50%			O				O			
	75%										
	100%			O				O			



LUNDS  
UNIVERSITET

### Exempel på beräkningsfall för två parametrar LHS där a har mer variation än b.



		Parameter a									
		-100%	-75%	-50%	-25%	0%	25%	50%	75%	100%	
Parameter b	-100%										
	-75%					O					
	-50%										
	-25%			O		O		O			
	0%	O				R				O	
	25%			O		O		O			
	50%										
	75%					O					
	100%										



LUNDS  
UNIVERSITET

## Felanalys



Slumpmässiga (dvs varierar slumpartat inom ett intervall)

Scenarioberoend (dvs beror på val : "vad händer om detta sker?")

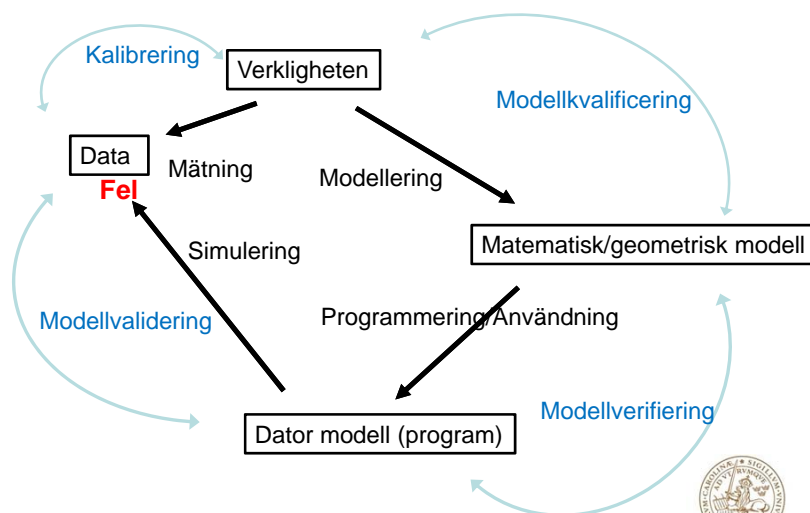
Brist på kunskap (vi kan inte göra en bedömning om hur felet beter sig).

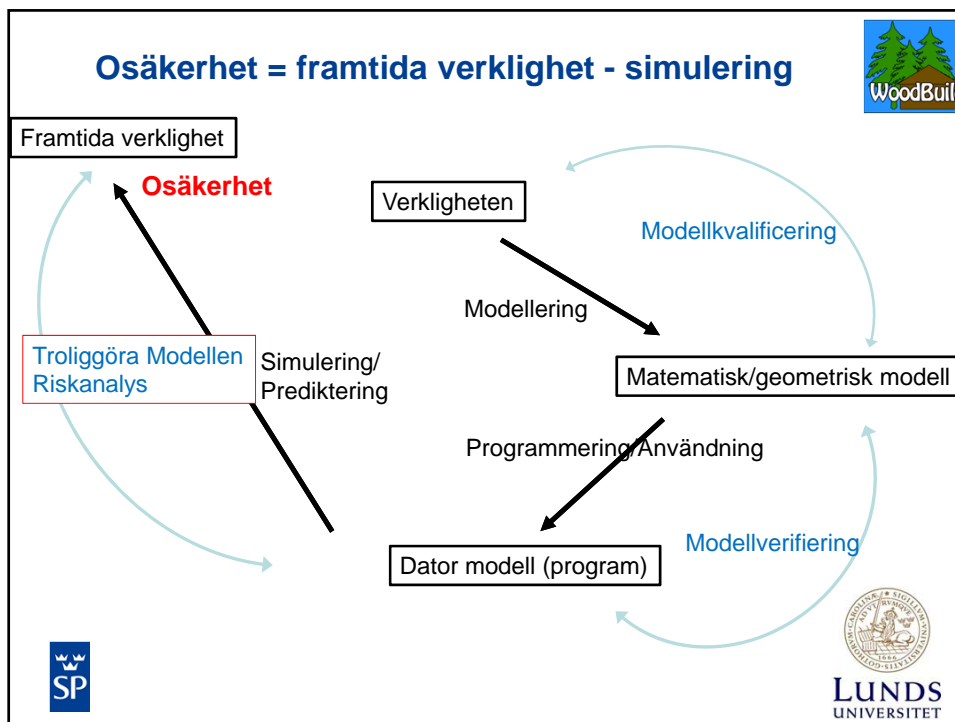
Systematiska

(dvs fel som vi kan uppskatta och som har litet slumpartat beteende)



## Fel = mätning - simulering





### FUKT CENTRUM Sammanfattning

- Flödesschema
- Generella tips
- Materialdataförslag
- Förslag på data för vissa baskonstruktioner
- 
- Fördjupande appendix

**SP**

**WoodBuild**

**LUNDS UNIVERSITET**