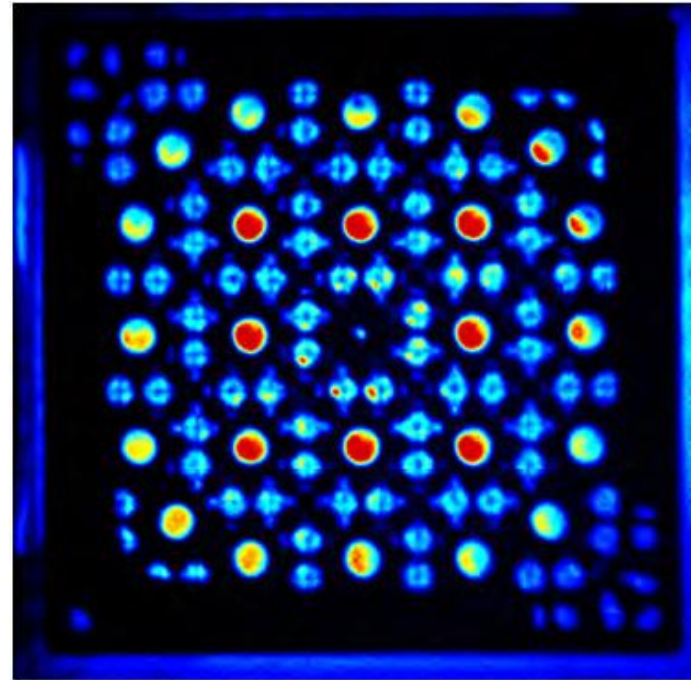


# Verifiering av PWR-bränslen med styrstavsinsatser med hjälp av Tjerenkovljus

Erik Branger, Sophie Grape, Peter Jansson  
Uppsala Universitet

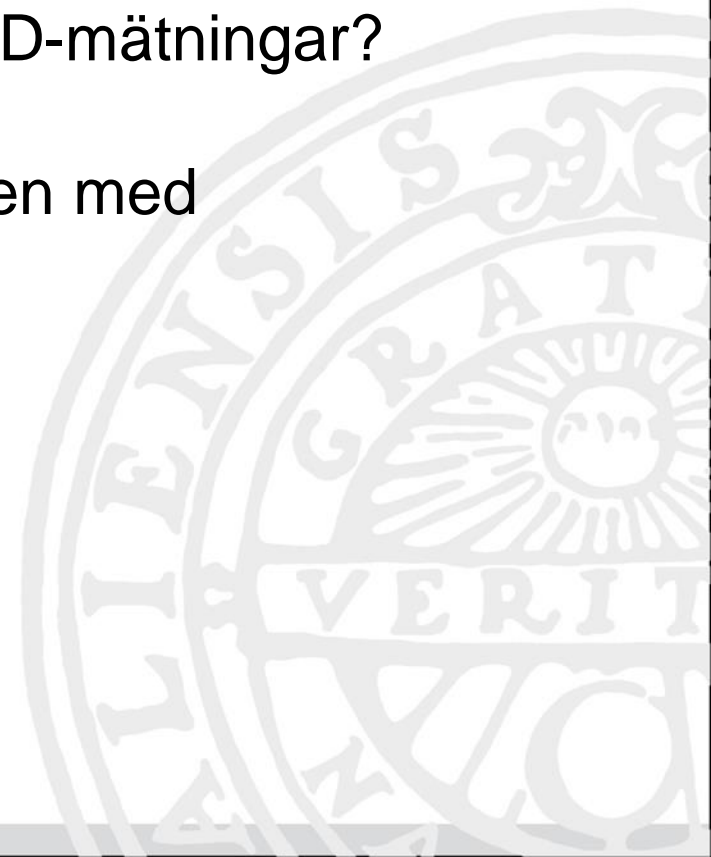




UPPSALA  
UNIVERSITET

# Innehåll

- Vad behövs för en DCVD-mätning?
- Hur påverkar styrstavsinsatser DCVD-mätningar?
- Hur bör man mäta upp PWR-bränslen med styrstavsinsatser?





UPPSALA  
UNIVERSITET

# DCVD-mätningar

- Mätning från bryggan.
- Ingen bränsleförflyttning krävs.
- Snabba mätningar!

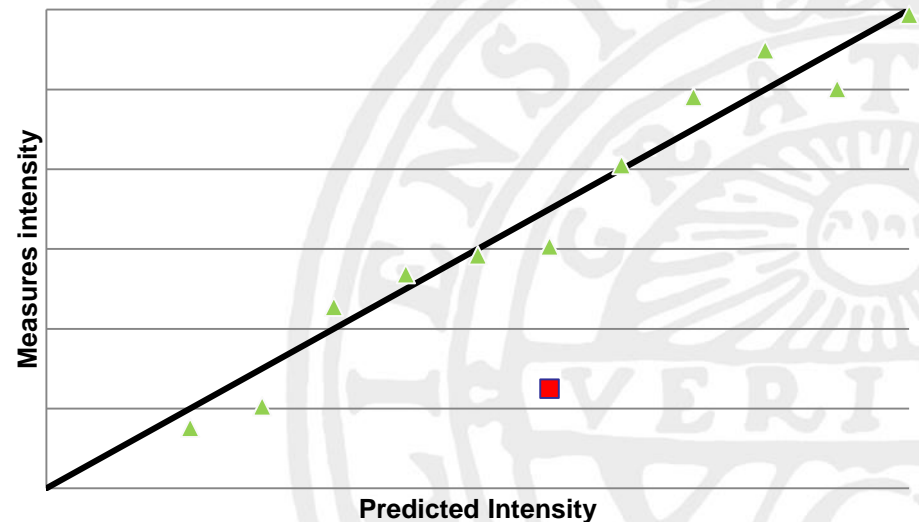


# Prediktionsmodeller för Tjerenkovljus

En 50% partial-defect förväntas sänka den uppmätta Tjerenkovljusintensiteten med minst 30%

Kvantitativa DCVD-mätningar är baserade på att jämföra uppmätta intensiteter med beräknade intensiteter.

En bra modell för att förutspå den uppmätta Tjerenkovljusintensiteten behövs!



# Styrstavsinsatser

PWR-patronerna kan förvaras med styrstavsinsatser.

Vid DCVD-mätningar är insatsen kvar.

Så: Hur påverkar insatsen  
Tjernkovljusproduktionen och  
transporten?

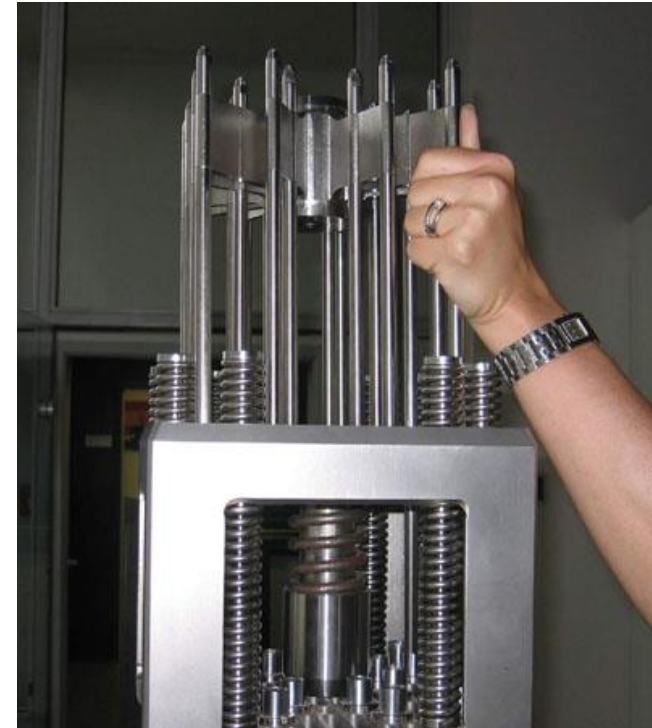


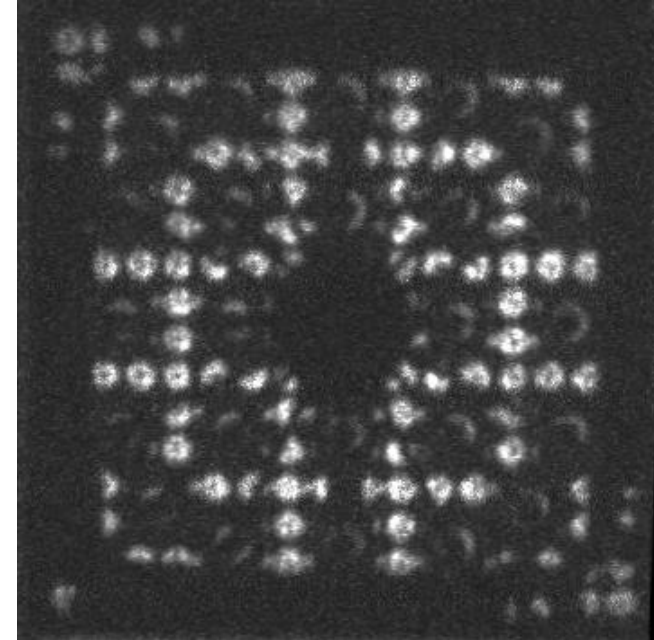
Bild från Wikimedia Commons

# Styrstavsinsatser

Styrstavarna påverkar gammattenueringen i bränslet och därmed Tjerenkovljusproduktionen.

Ljusdistributionen över bilden påverkas av insatsen, främst dess toppstruktur.

Den stora frågan: Påverkar detta 30%-gränsen för ljusintensitet?



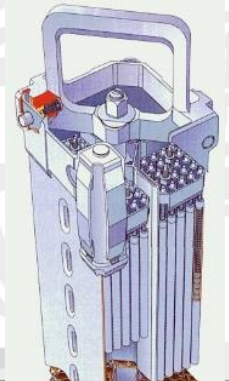
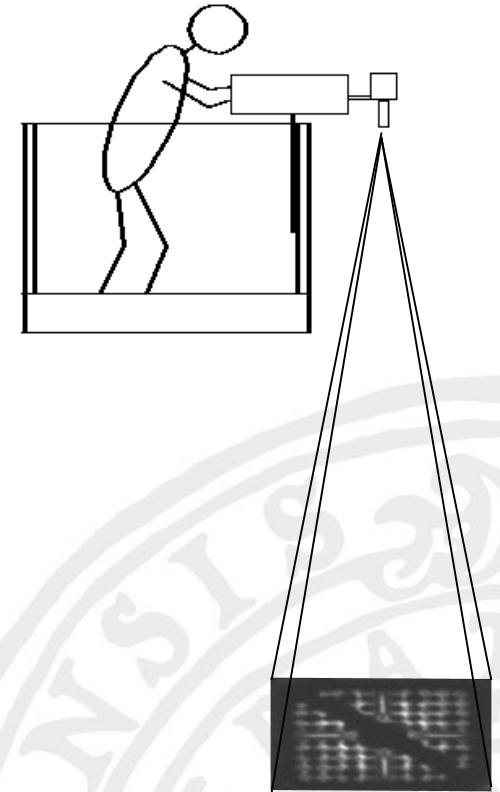
DCVD-bild av en PWR 17x17 med en insats.

# Simuleringar av PWR-bränslen

För att simulera DCVD-bilder användes en trestegsmetod:

1. ORIGEN för gammaspektra
2. Geant4 för gammatransport och ljustransport till toppen
3. En hålkameramodell för att göra ljuset till en bild

Topplatta, lyfthandtag och insatsens toppstruktur lades till i steg 3!

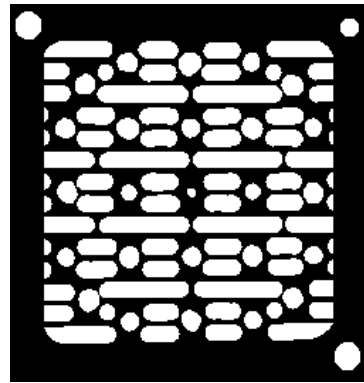


# Simuleringar av PWR-bränslen

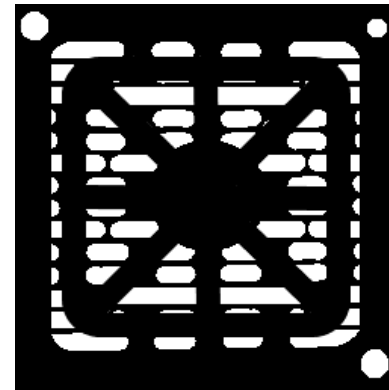
En mask lades på i steg 3 för att representera vilka delar av bränslet som är öppna och vilka som är stängda. Två insatser studerades.



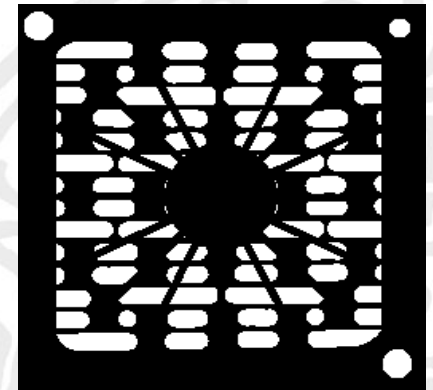
Referensbild



Topplata och  
lyfthandtag



“Stor” insats



“Liten” insats



# Simuleringar av PWR-bränslen

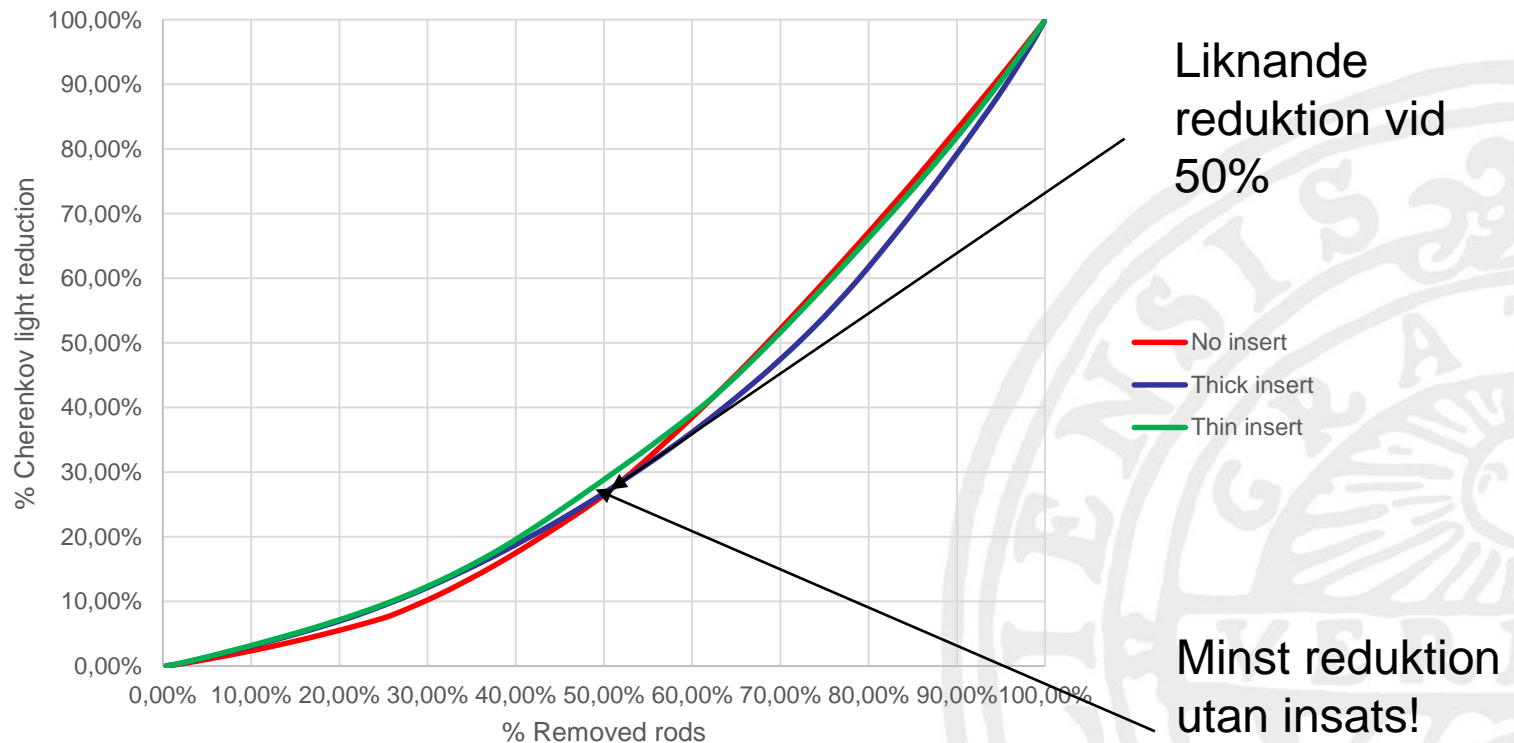
Simuleringarna skedde stav för stav, och resultaten för varje stav summerades till en totalbild.

Kan här kvantifiera hur mycket varje stav bidrar med till totalintensiteten!

Avledningsfallet att stavar ersätts med material med samma gammaattenuering (som naturligt, utarmat eller låganrikt U) kan simuleras genom att inte addera den stavens bidrag.

# Verifikation av patroner med insatser

Reduktionen av Tjerenkovljusintensitet som funktion av antal bortplockade stavar (i svåraste fallet)



# Verifikation av patroner med insatser

Vissa insatser har inte alla styrstavar. Detta syns inte på en DCVD-mätning

Simulerade fallet att alla styrstavar är bortplockade. Verkliga fall hamnar mellan extremfallen.

Tjerenkovljusreduktion för en 50% partial defect.

	Ingen insats	Liten insats	Stor insats
Alla styrstavar kvar	-	27%	29%
Inga styrstavar kvar.	27%	28%	30%

# Verifikation av patroner med insatser

Även om proportionen reducerat ljus vid en partiell defekt inte ändras mycket så gör den totala intensiteten det.

Men antalet styrstavar har en mindre effekt.

	Ingen insats	Stor insats	Liten insats
Alla styrstavar kvar		40%	50%
Inga styrstavar kvar	100%	37%	47%



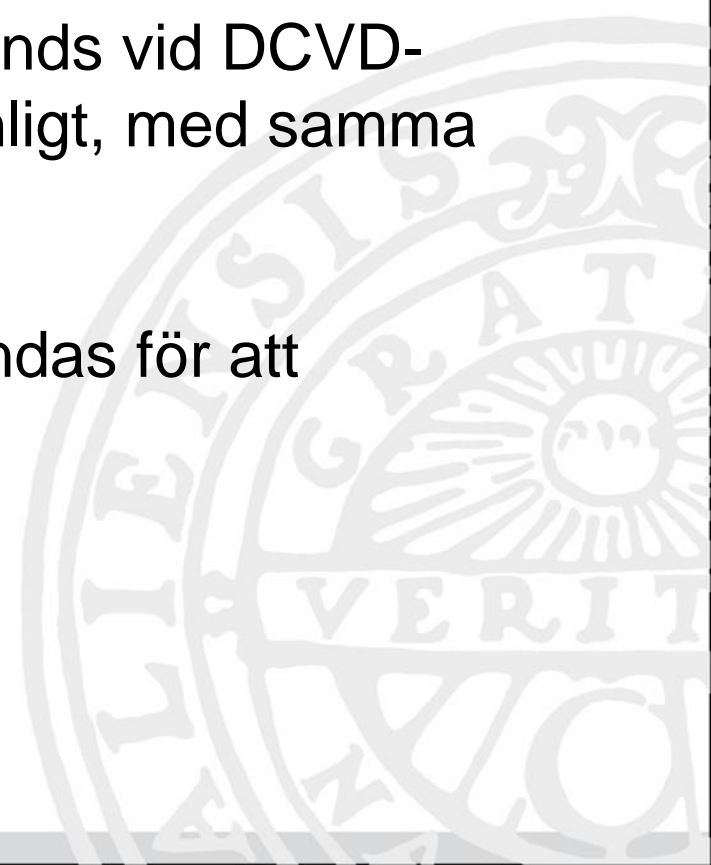
UPPSALA  
UNIVERSITET

# Slutsatser

Styrstavsinsatser i PWR-bränslen påverkar  
Tjerenkovljusproduktionen och detektionen.

Den vanliga mätmetodologin som används vid DCVD-  
mätningar kan dock användas som vanligt, med samma  
prestanda.

Den utvecklade metodologin kan användas för att  
undersöka andra insatser.





UPPSALA  
UNIVERSITET

Tack för visat intresse!

Frågor?

Detta arbete finansierades av Strålsäkerhetsmyndigheten (SSM), under kontrakt SSM2012-2750 och SSM2017-5979. Beräkningarna utfördes med hjälp av resurser från SNIC genom Uppsala Multidisciplinary Center for Advanced Computational Science (UPPMAX) under projekt p2007011.