

Omfördelningsberäkningar

SBUF-projekt 13701
S. Olof Mundt-Petersen
19-11-27



Always By Your Side. 

Agenda

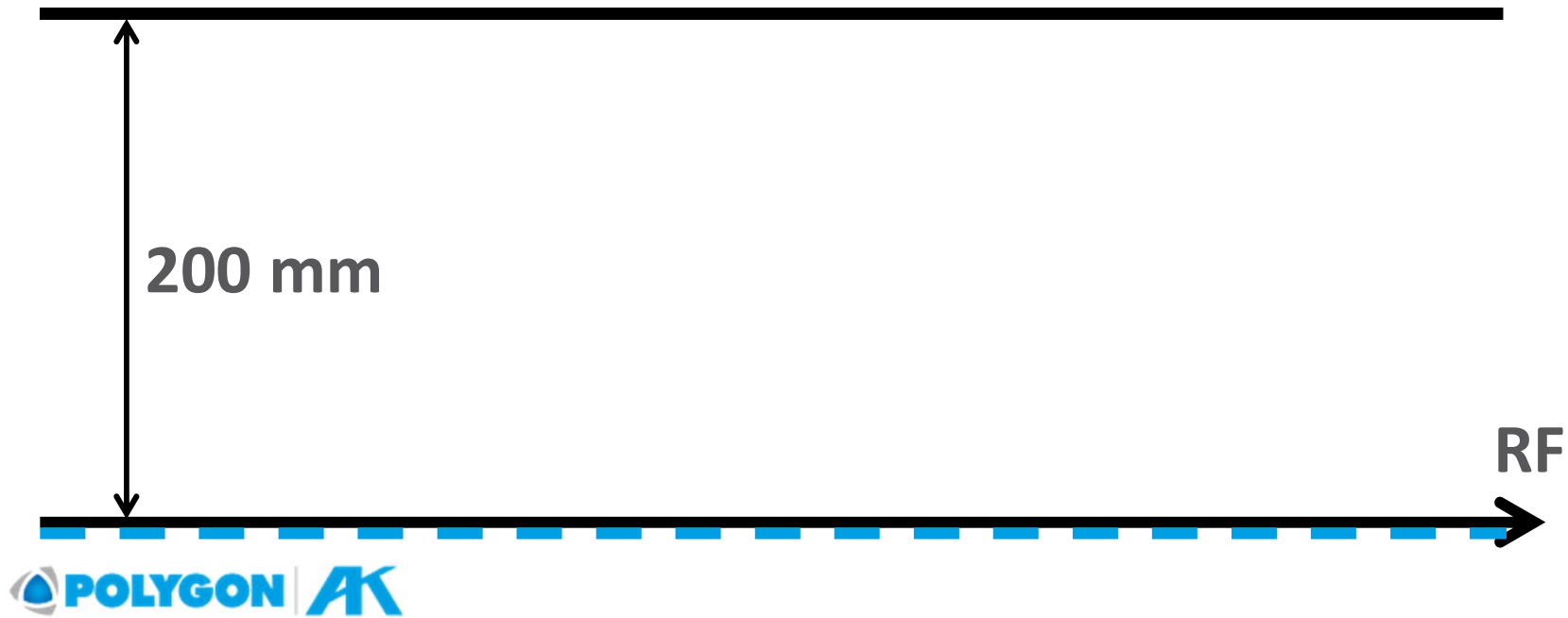
- Historik
- Högsta tillåtna RF
- Vad är omfördelningsberäkningar?
- Omfördelningsberäkningar Produktion
- "Nya" högsta tillåtna RF
- Beroenden, samband och samspel
- Beräkningsexempel

Historik

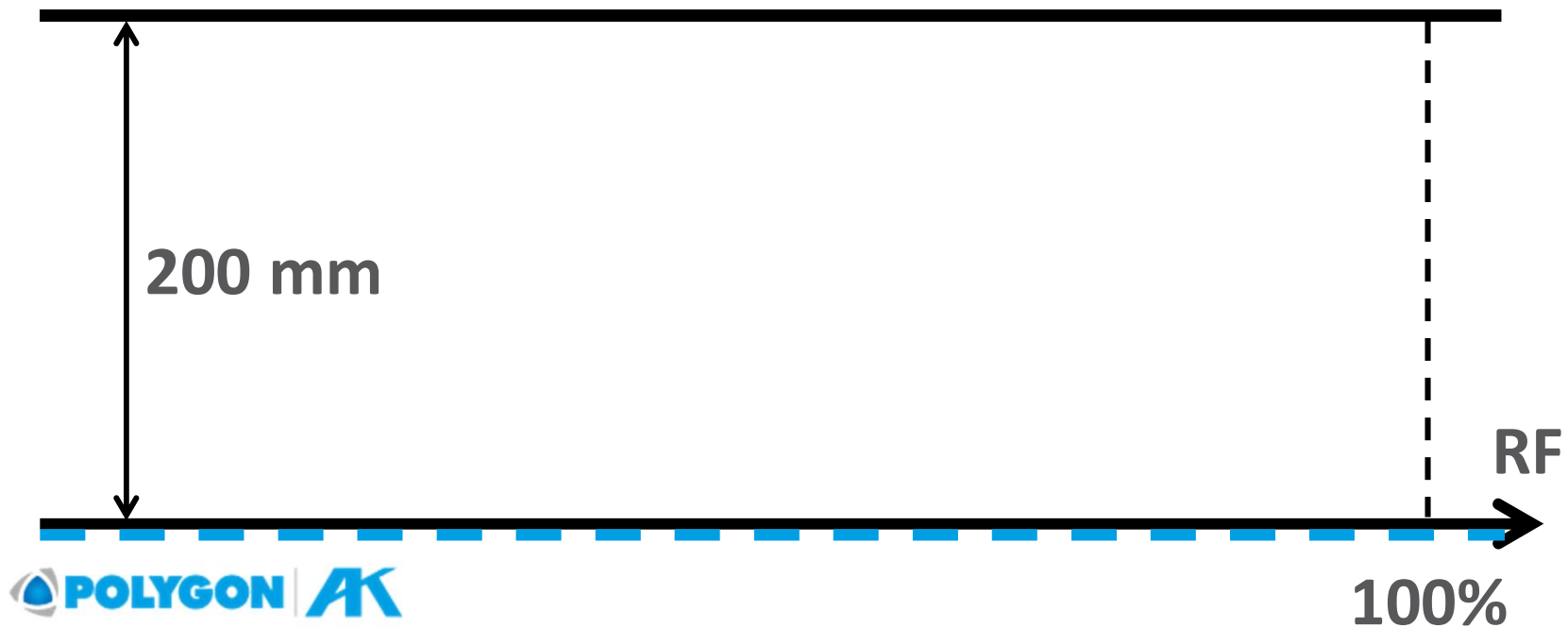
- Nuvarande riktlinjer och branschstandard / RBK
- Ekvivalent mätdjup
- Kvantifierades 1979



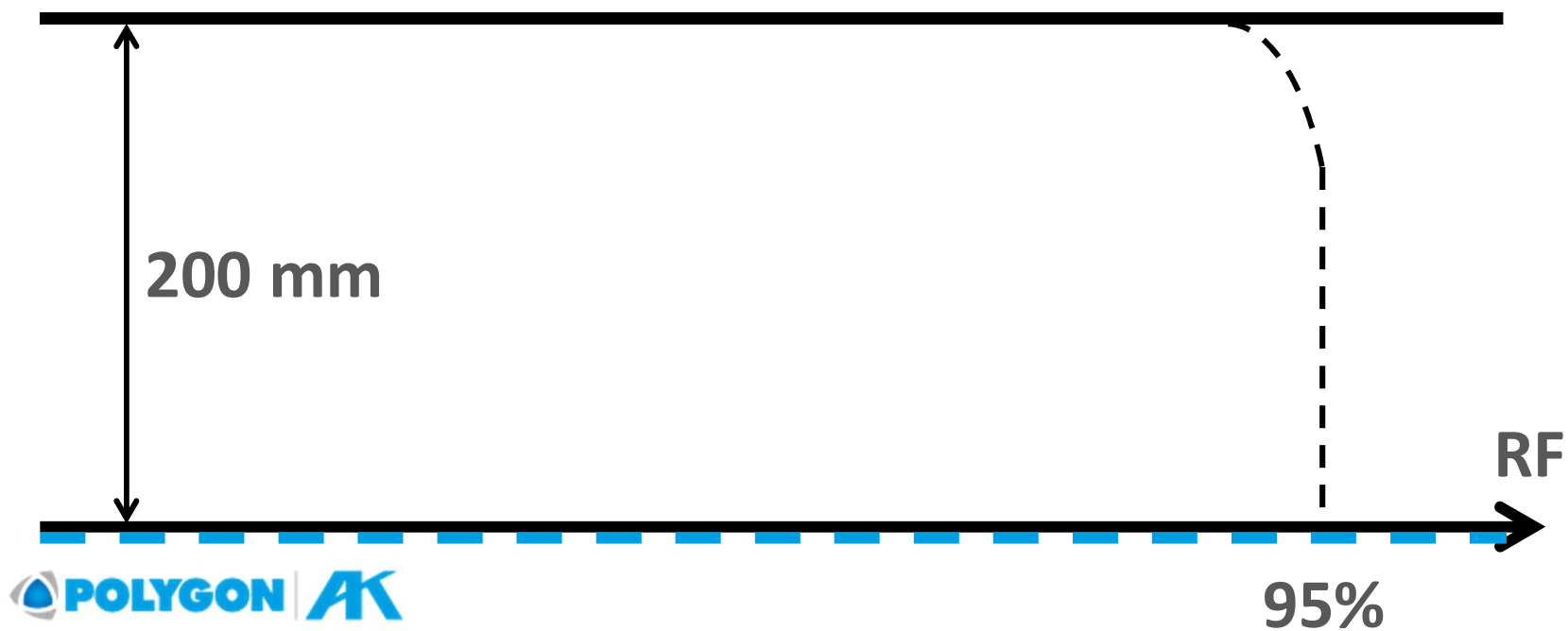
Historik – Ex betongbjälklag kvarsittande tät form



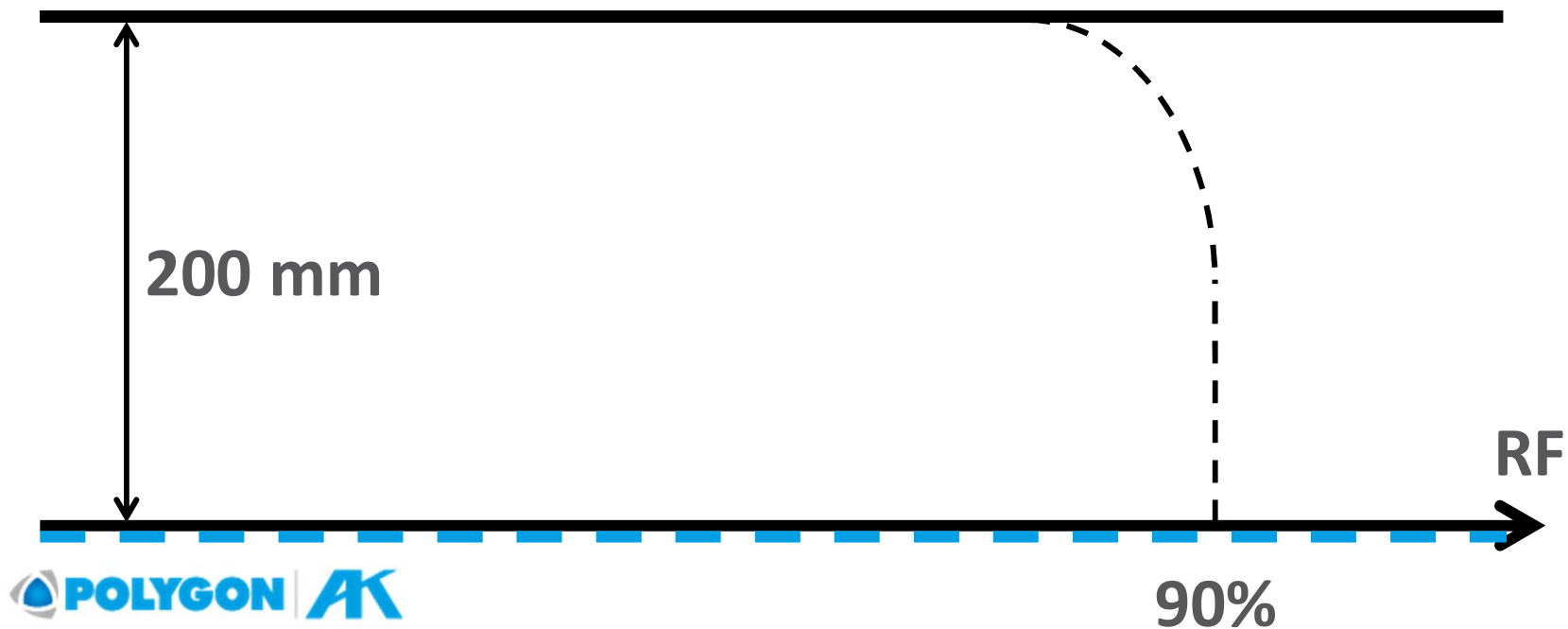
Historik – Direkt efter gjutning



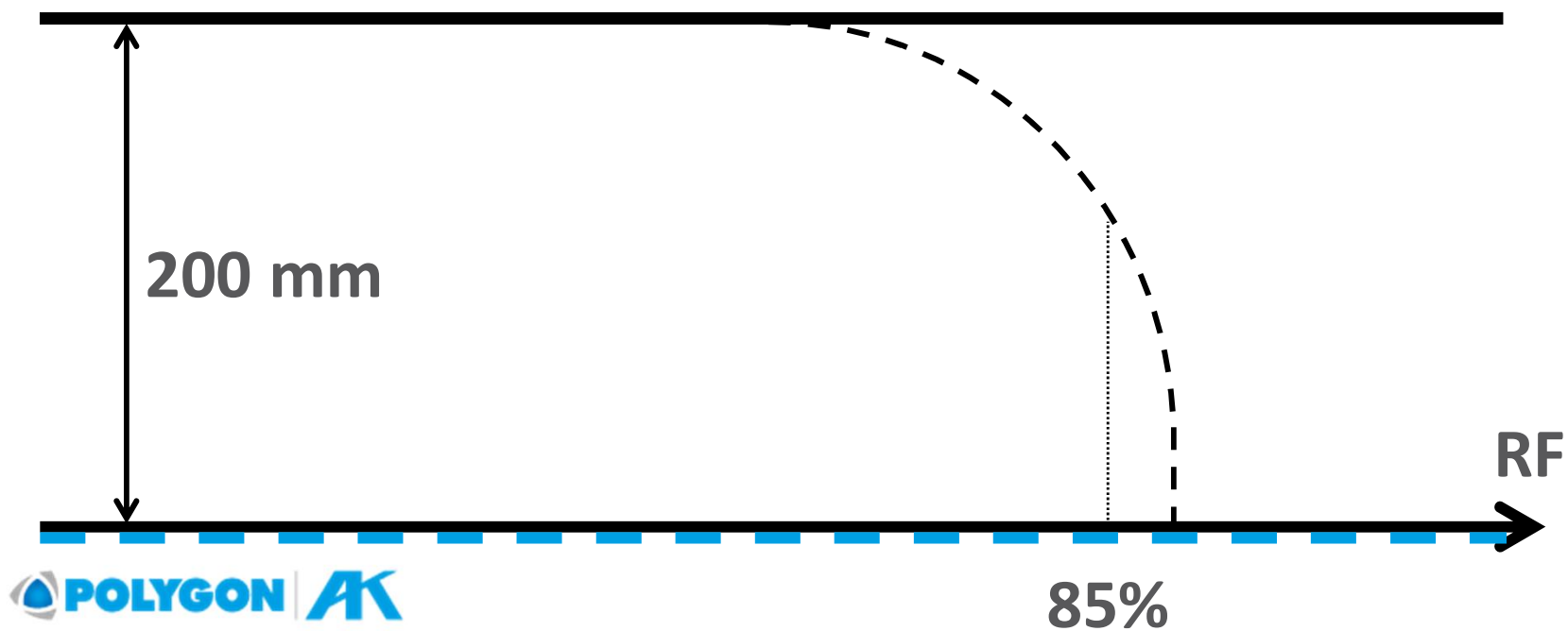
Historik – Tidig uttorkning



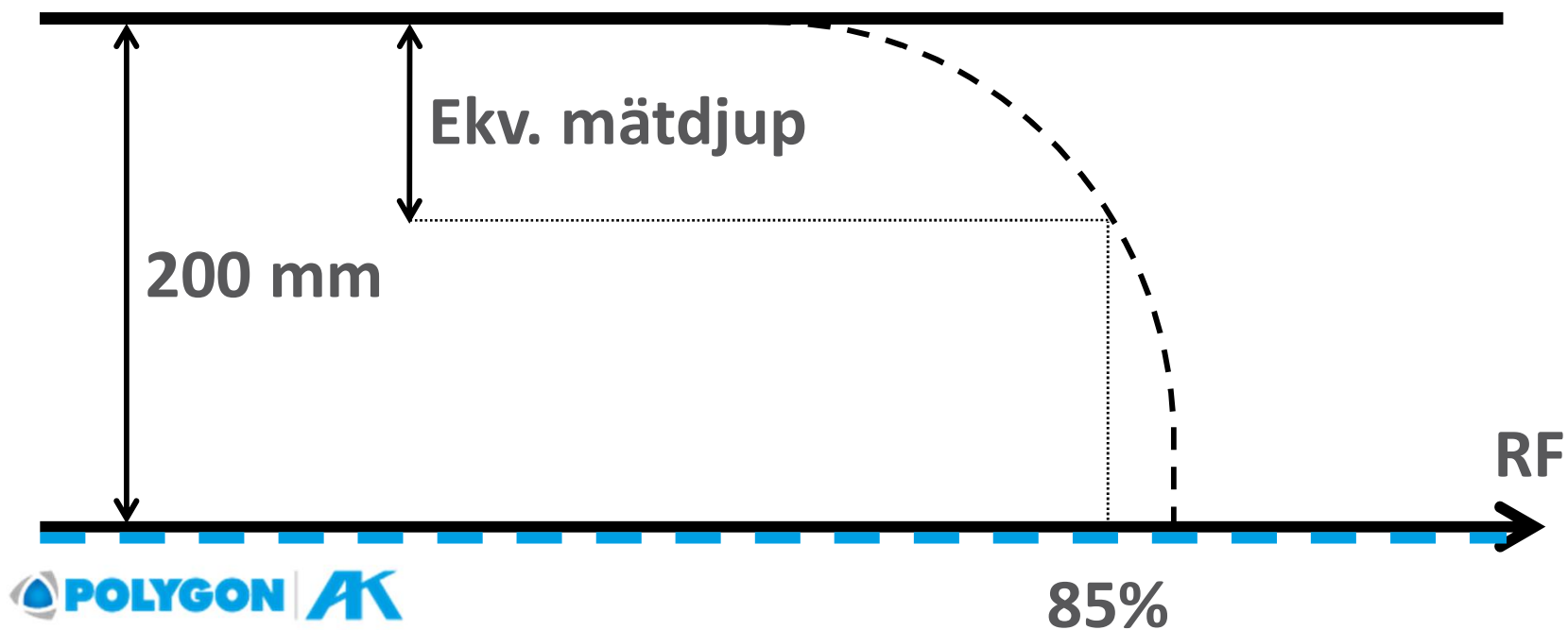
Historik – Runt “mitten” av uttorkningstiden



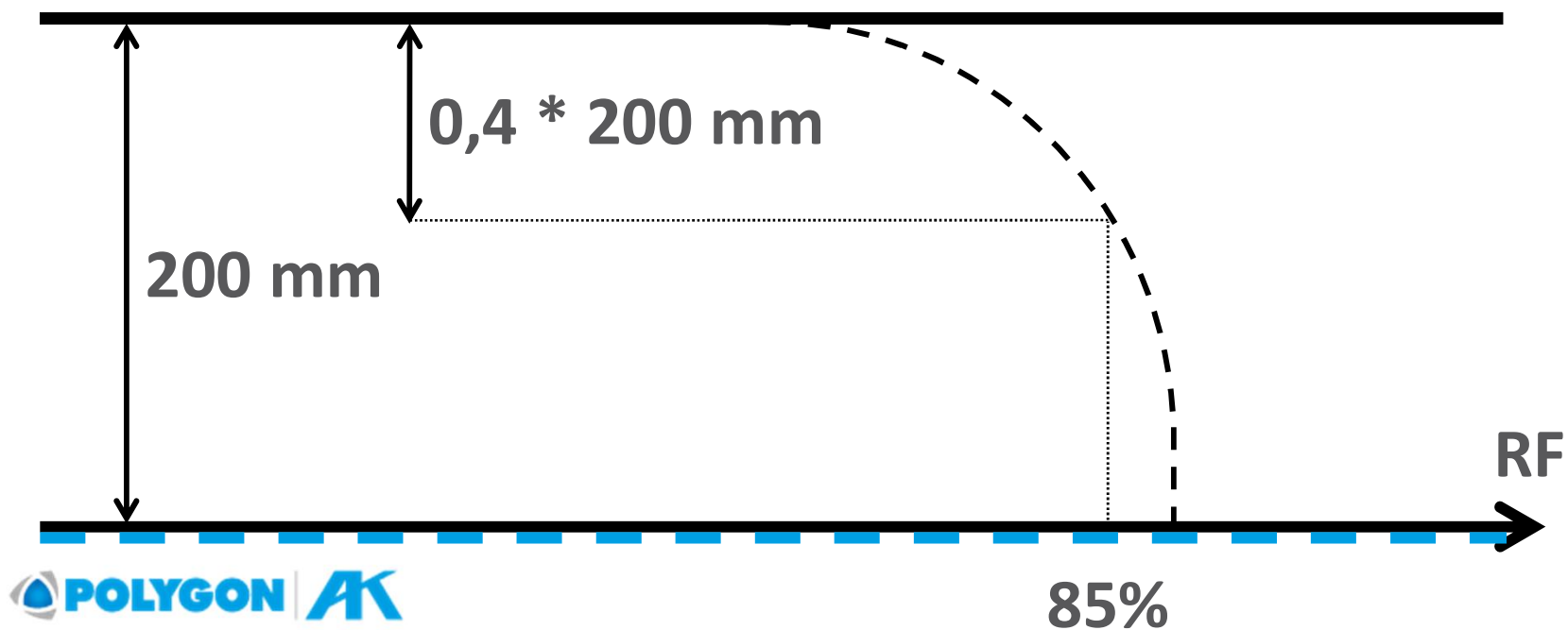
Historik – Innan matläggning



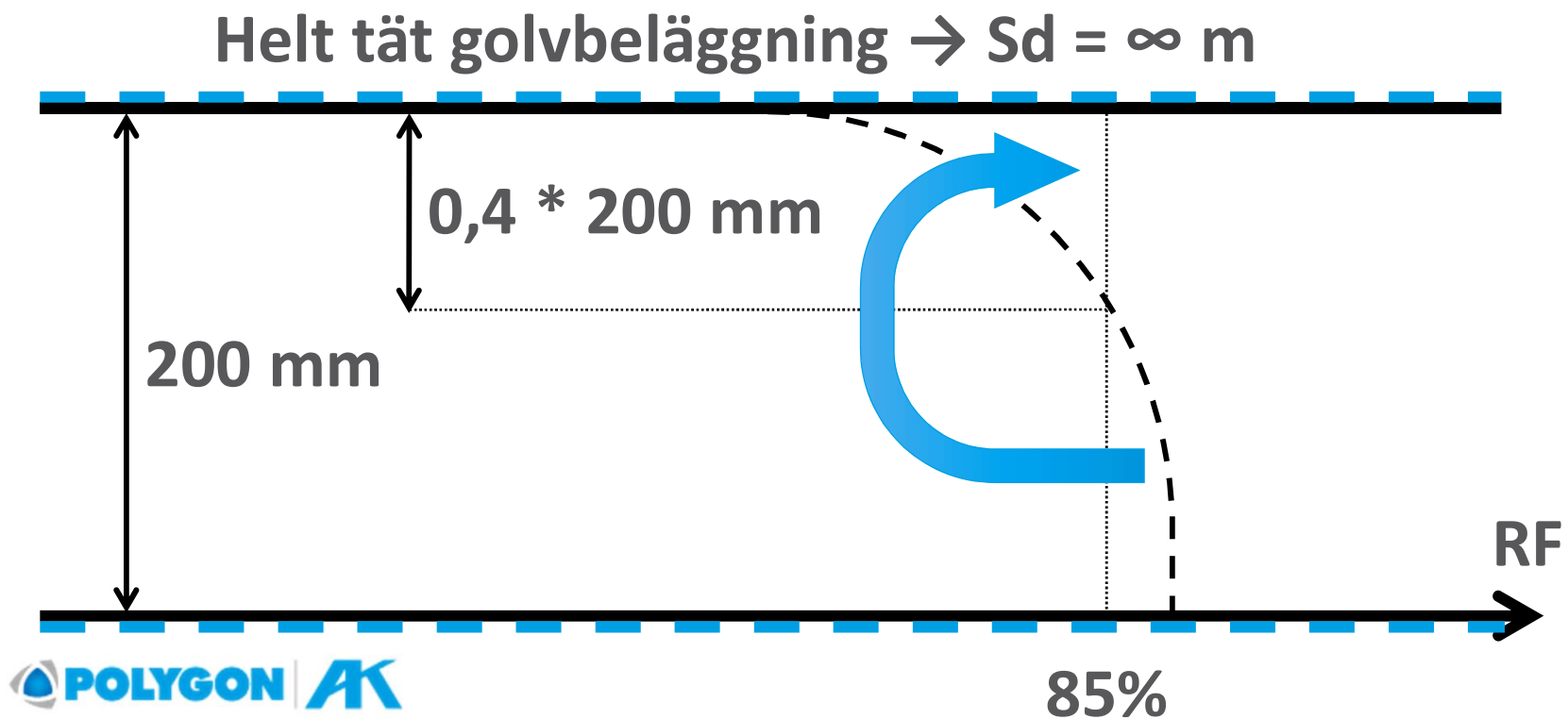
Historik – Innan mattläggning – RBK mätning på ekvivalent mätdjup max 85%



Historik – Innan mattläggning – RBK mätning på ekvivalent mätdjup max 85%

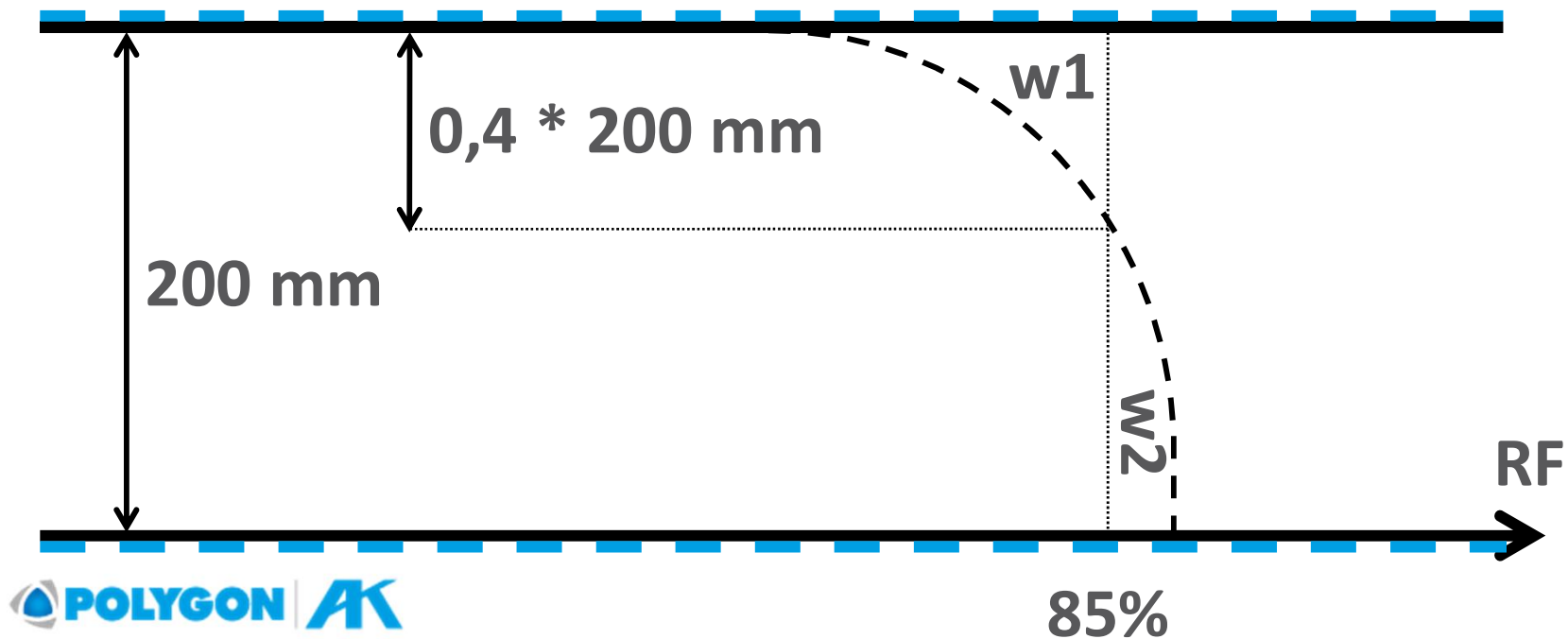


Historik – Direkt efter mattläggning



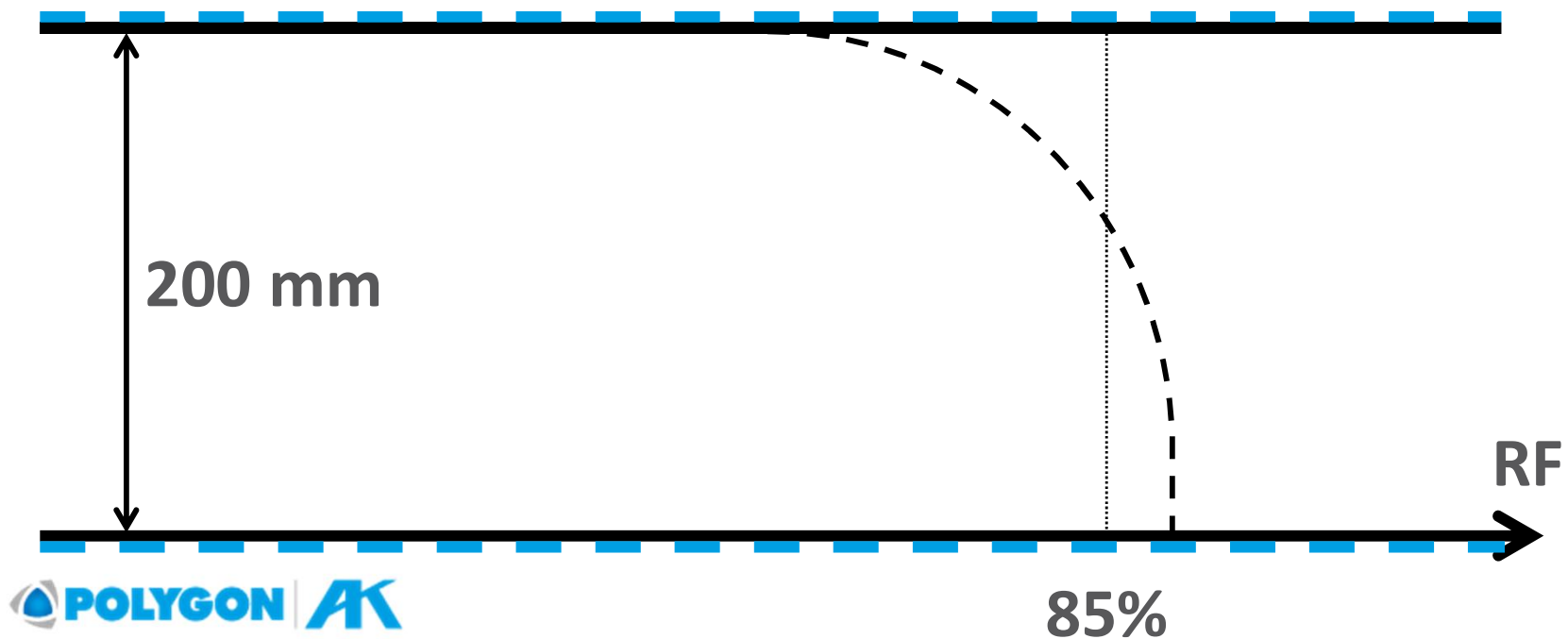
Historik – $w_1 = w_2$ – Överskottsfukt från w_2 rymms i w_1

Helt tät golvbeläggning → $S_d = \infty$ m



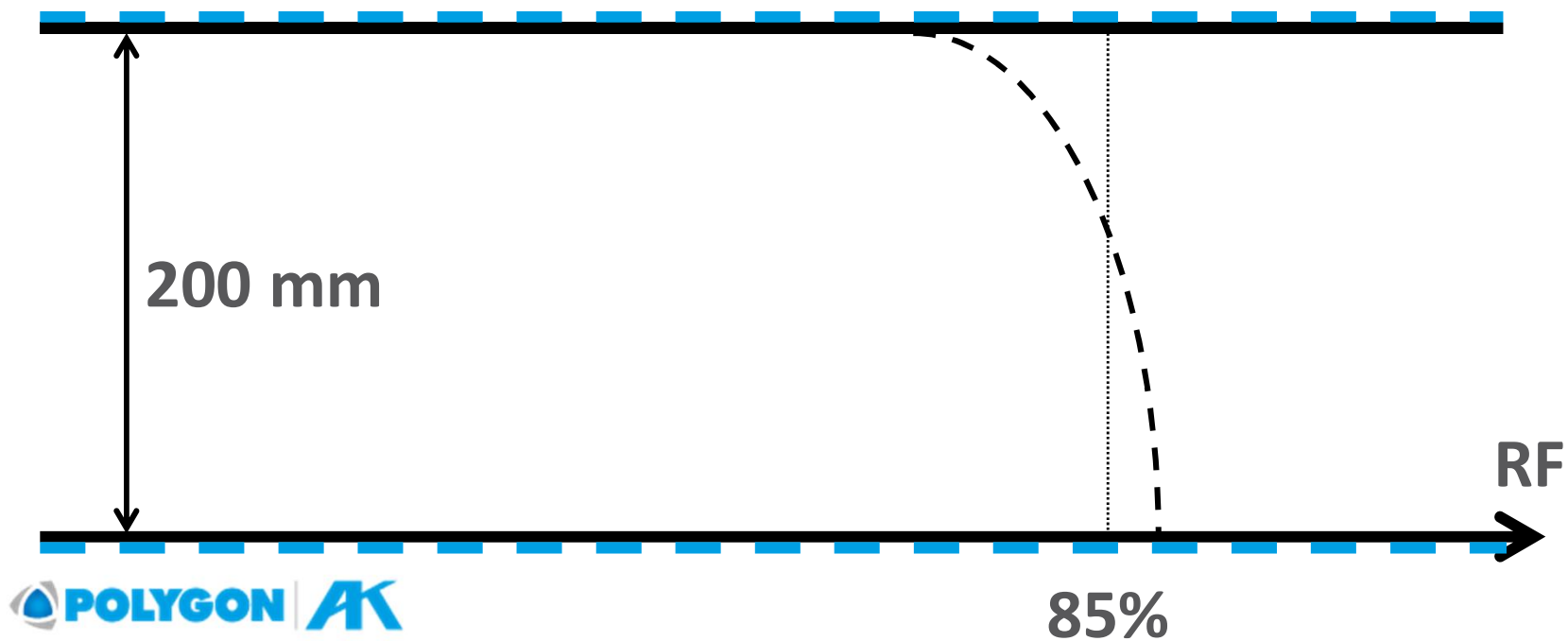
Historik – Fuktomfördelning från w2 till w1

Helt tät golvbeläggning → $S_d = \infty$ m



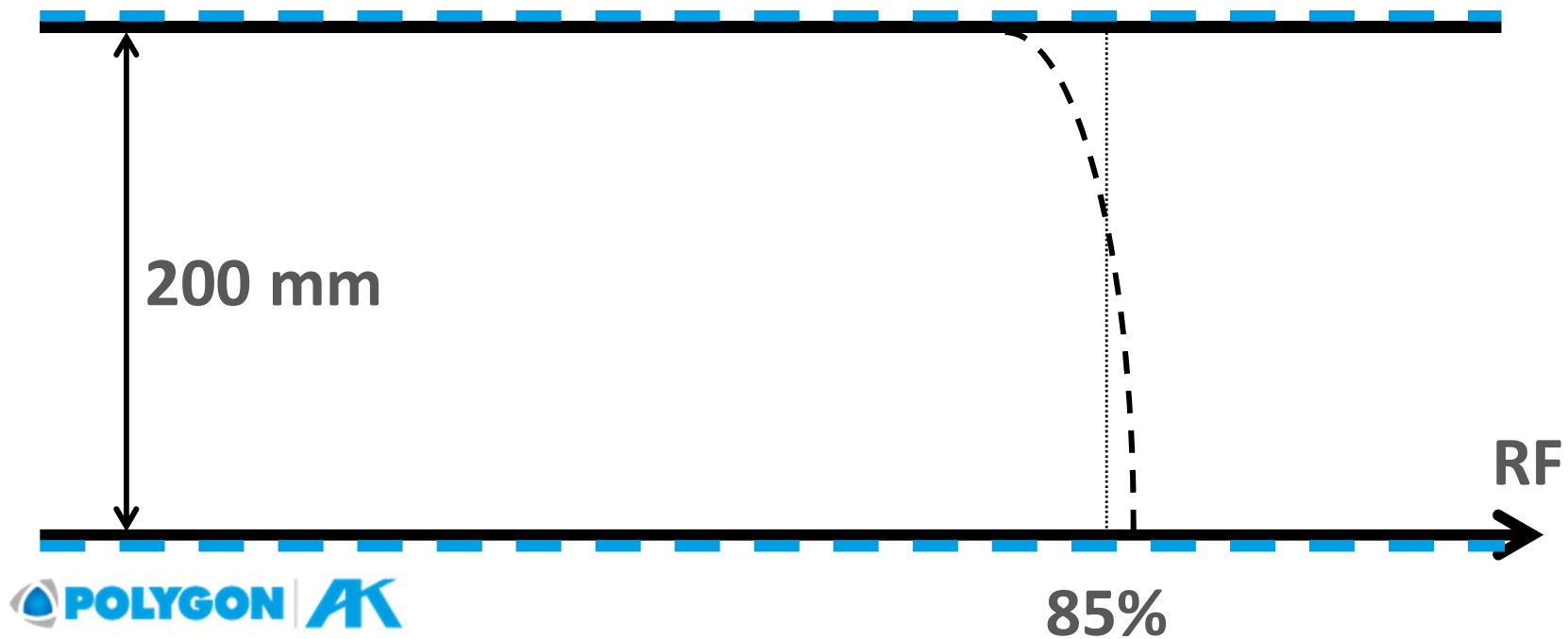
Historik – Fuktomfördelning från w2 till w1

Helt tät golvbeläggning $\rightarrow S_d = \infty$ m



Historik – Fuktomfördelning från w2 till w1

Helt tät golvbeläggning $\rightarrow S_d = \infty$ m



Historik – Fuktomfördelning från w2 till w1 tills jämvik uppstår

Helt tät golvbeläggning $\rightarrow S_d = \infty$ m



Historik – Brister och begränsningar

- Ett ekvivalent mätdjup
- Kvantifierades 1979
- Endast ett material – en homogen betong
- Ingen avjämning
- Betong med relativt högt vct
- Limfukt beaktas inte
- Golvbeläggning av pvc matta som beaktades som helt tät



Agenda

- Historik
- **Högsta tillåtna RF**
- Vad är omfördelningsberäkningar?
- Omfördelningsberäkningar Produktion
- "Nya" högsta tillåtna RF
- Beroenden, samband och samspel
- Beräkningsexempel

Idag högsta tillåtna RF

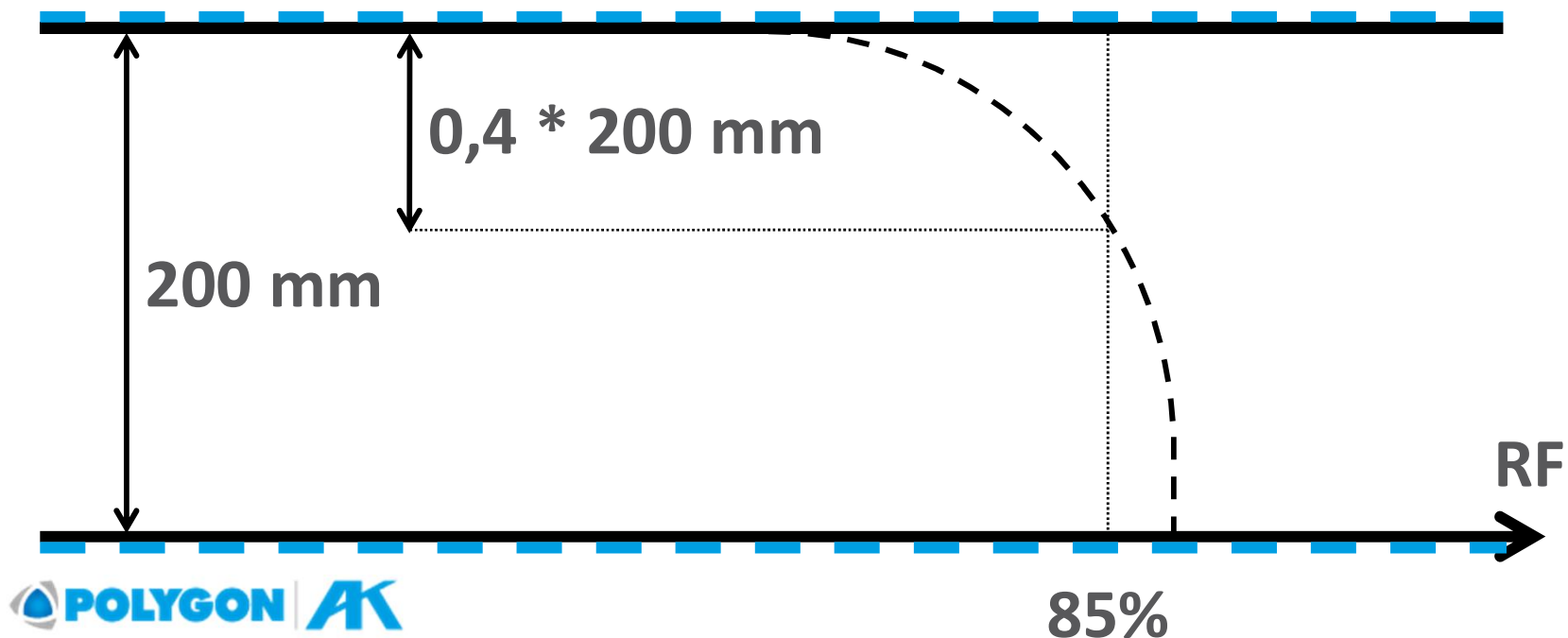
- Ekvivalent mätdjup
- Kvantifierades 1979
- 85% täta plastmattor
- 90% diffusionsöppna textilmattor och trägolv (och linoleummattor)

Påverkan av högsta tillåtna RF

- Relativ fuktighet
- Alkalitransport
- Negativa hydroxidjoner
- Transport upp undersida matta
- Buffras och reagerar med fukt från dispersionslimmer
- Emissioner
- Förutsättningarna för transport av alkali/ negativa hydroxidjoner inte helt utrett
- Exakta kritiska förutsättningar och gränsvärden för lim inte helt utrett

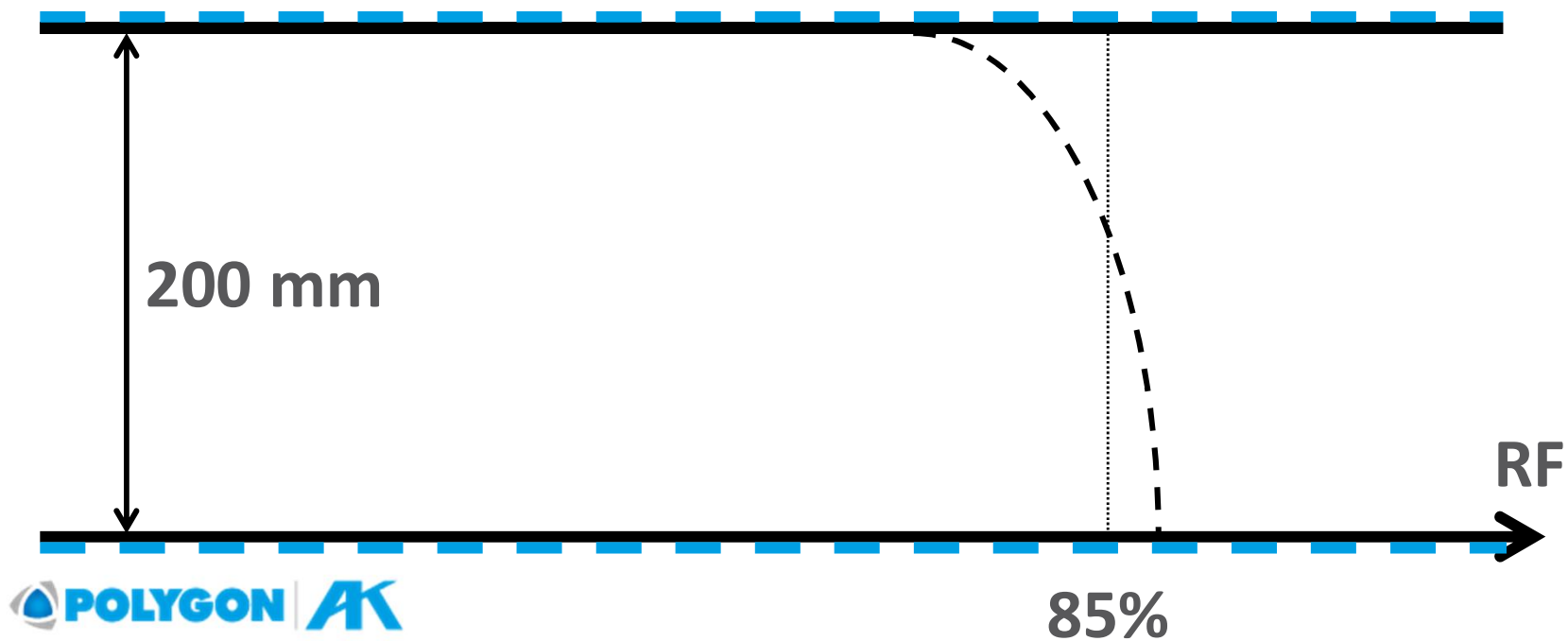
Täta plast och linoleummattor – RBK mätning på ekvivalent mätdjup innan mattläggning max 85%

Helt tät golvbeläggning $\rightarrow S_d = \infty$ m



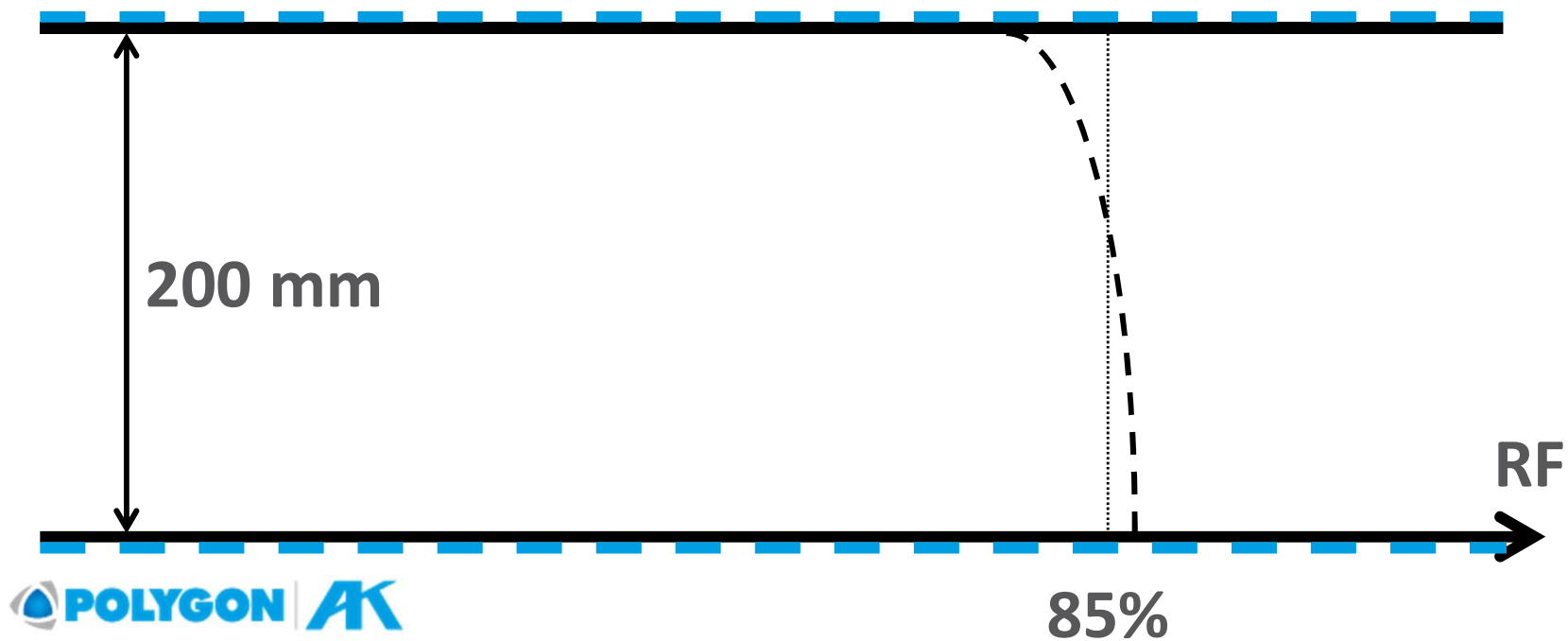
Historik – Fuktomfördelning över tiden

Helt tät golvbeläggning → $S_d = \infty$ m



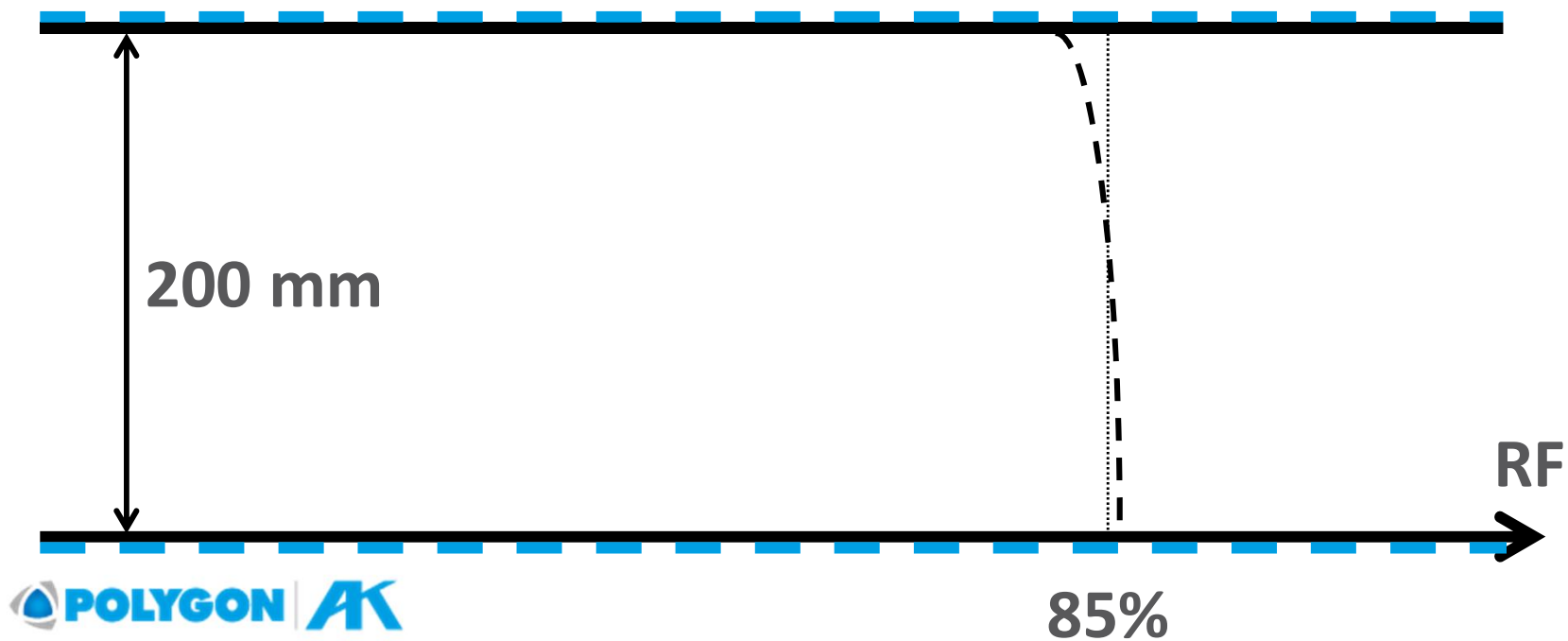
Historik – Fuktomfördelning över tiden

Helt tät golvbeläggning $\rightarrow S_d = \infty$ m



Historik – Fuktomfördelning över tiden

Helt tät golvbeläggning → $S_d = \infty$ m



Historik – Fuktomfördelning över tiden till jämvikt

Helt tät golvbeläggning $\rightarrow S_d = \infty$ m



Diffusionsöppna textilmattor och trägolv RBK mätning på ekvivalent mätdjup innan applicering max 90%

Diffusionsöppen golvbeläggning → $S_d = 0,2 \text{ m}$

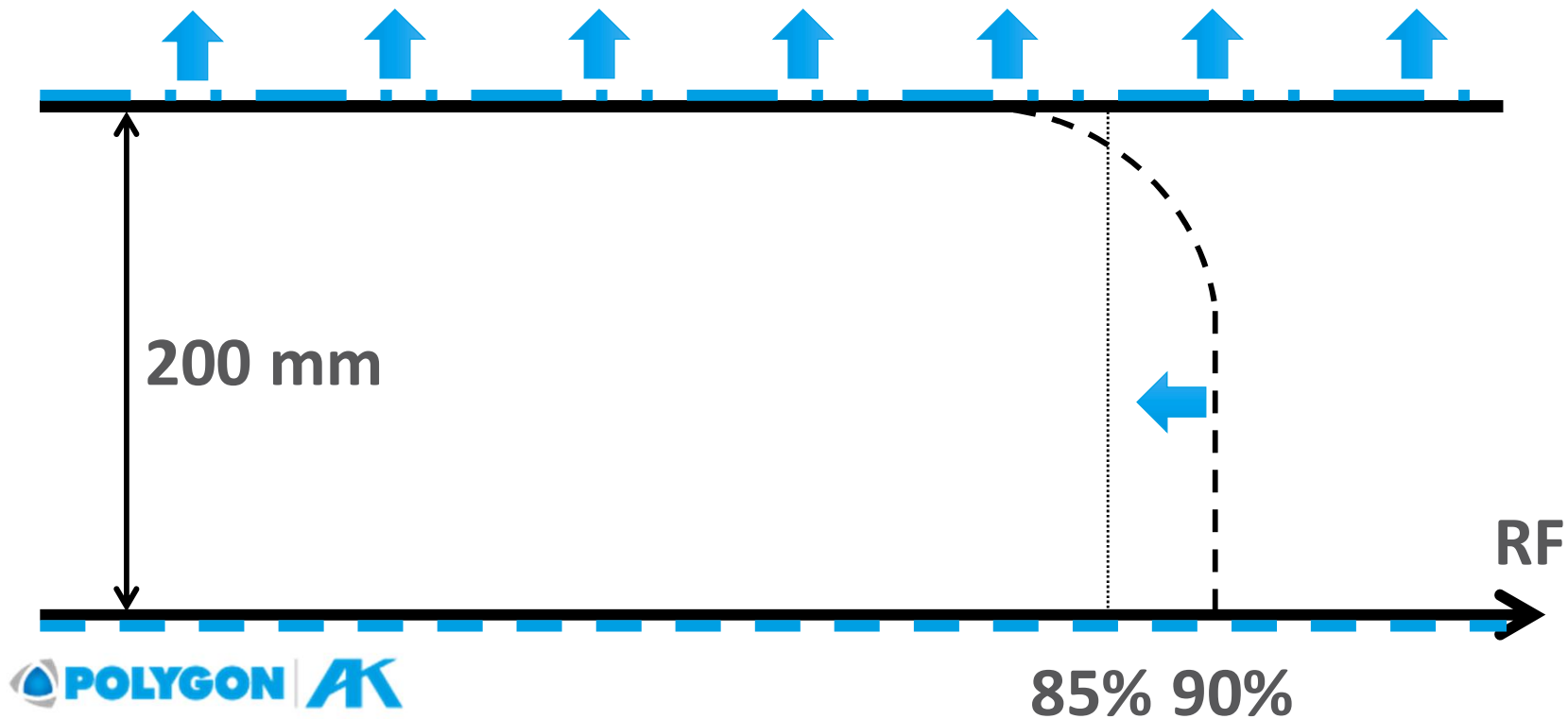


Uttorkning genom diffusionsöppna ytskiktet samtidigt som fuktomfördelning

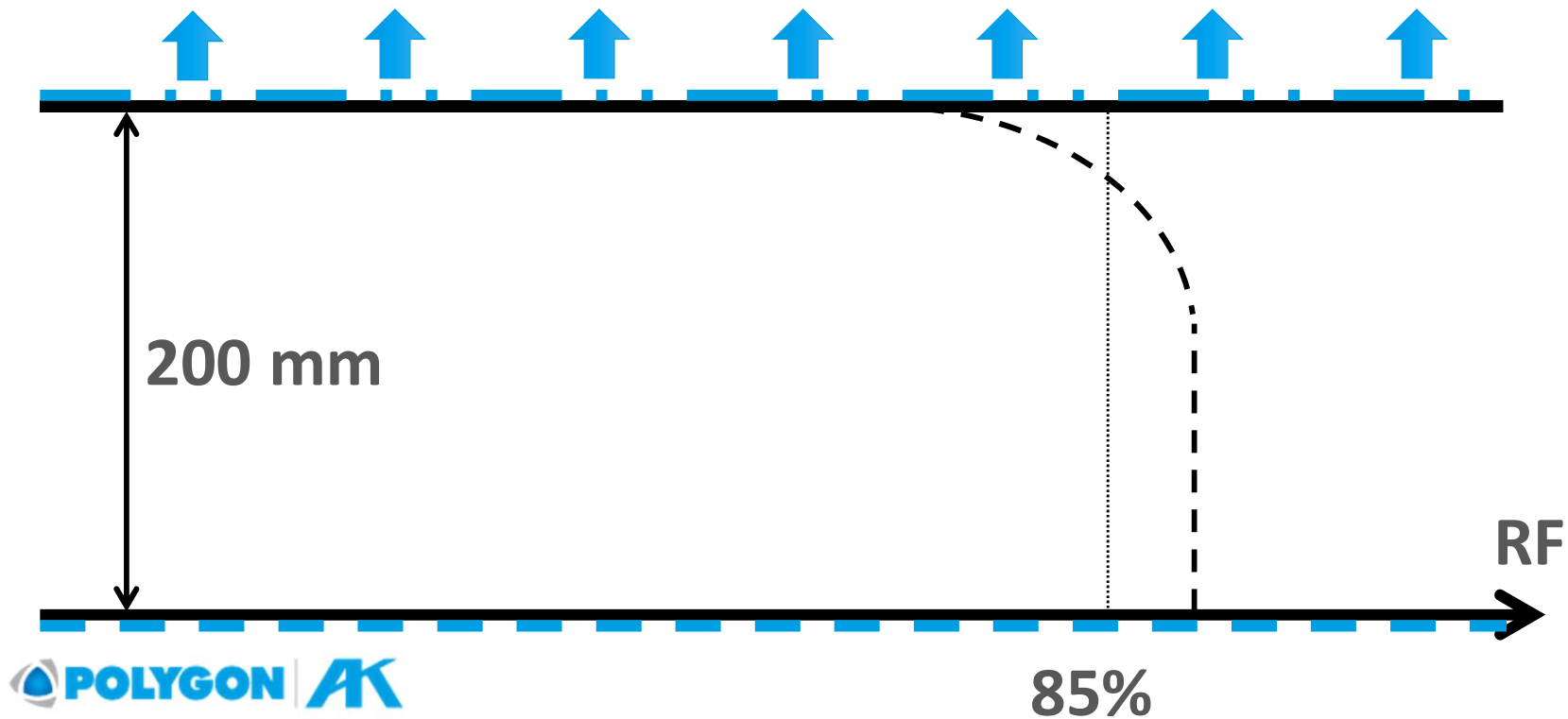
Diffusionsöppen golvbeläggning → $S_d = 0,2 \text{ m}$



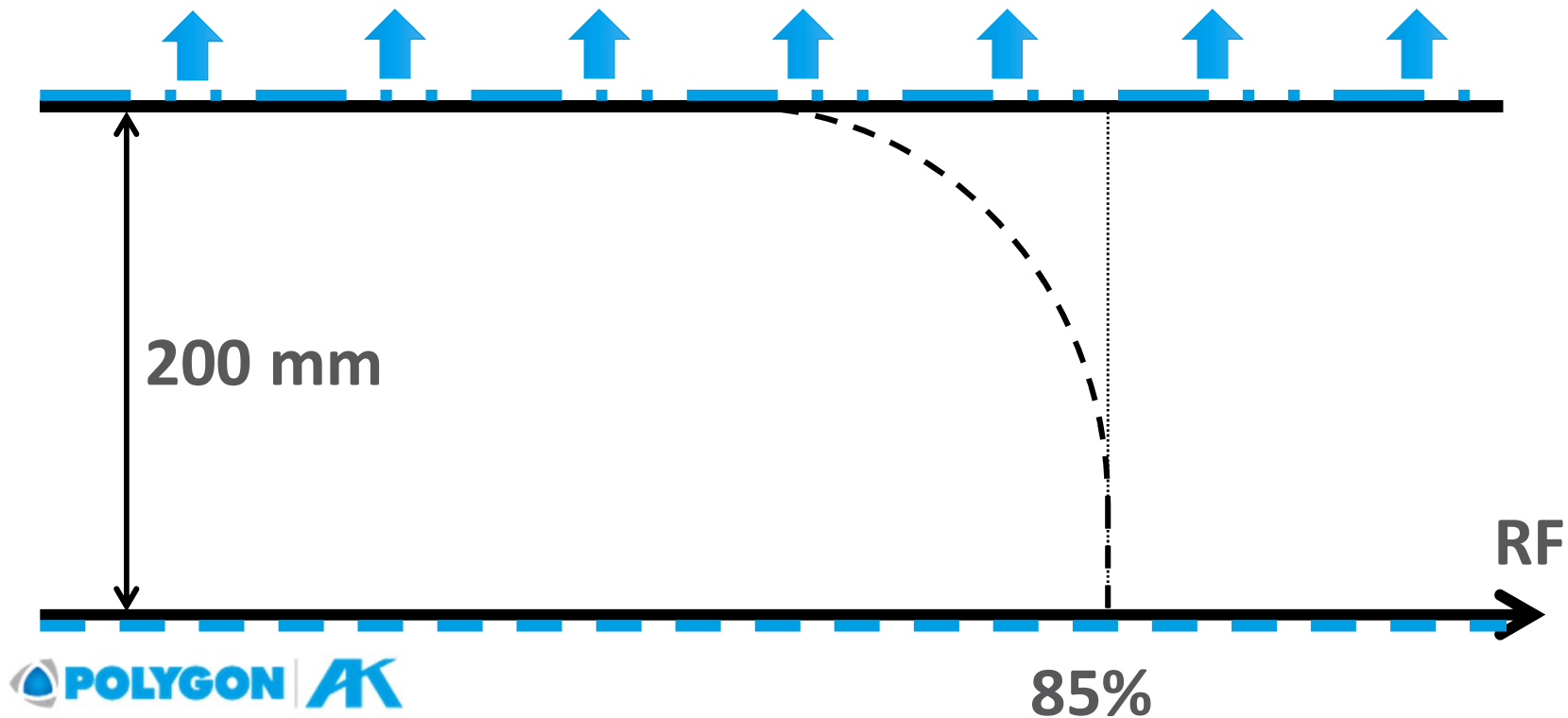
Uttorkning genom diffusionsöppna ytskiktet samtidigt som fuktomfördelning



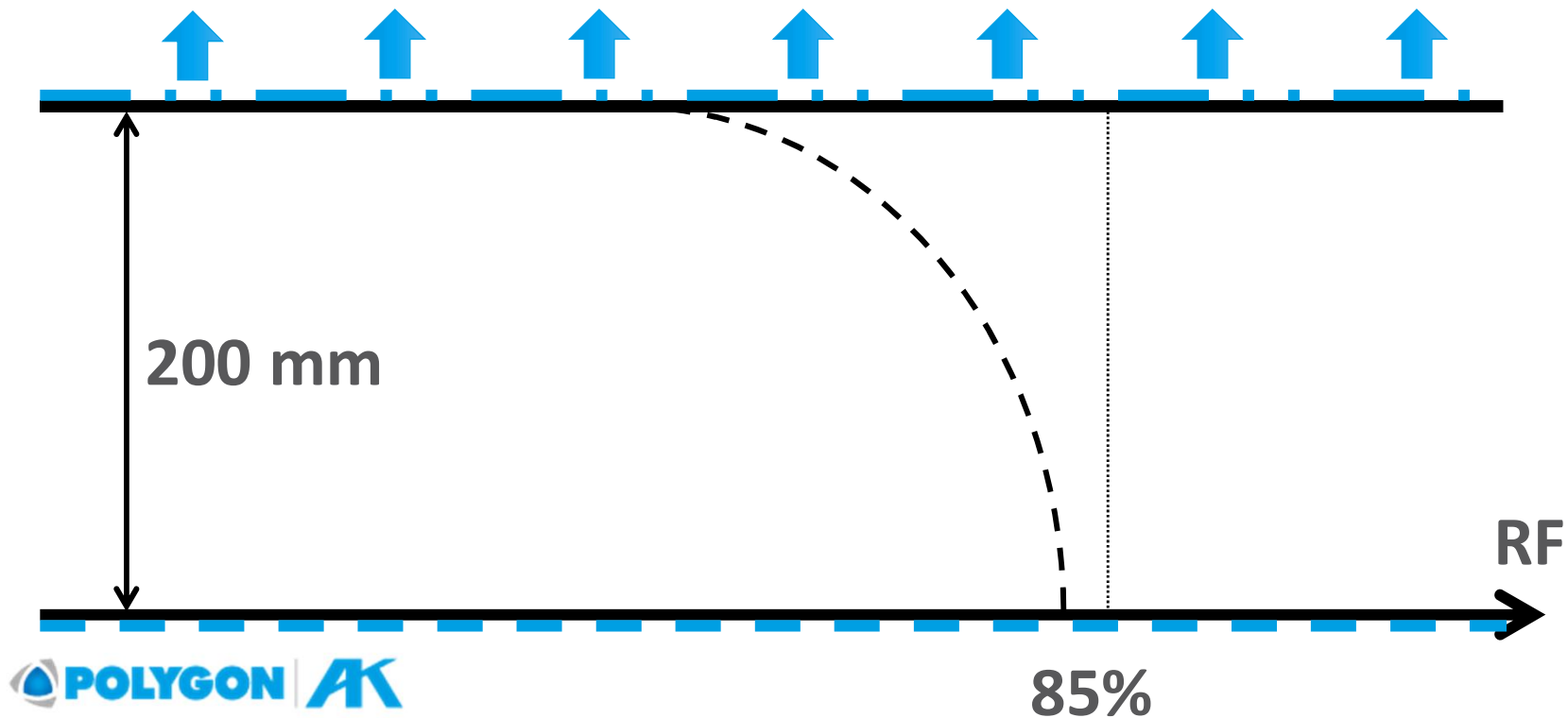
Uttorkning genom diffusionsöppna ytskiktet samtidigt som fuktomfördelning



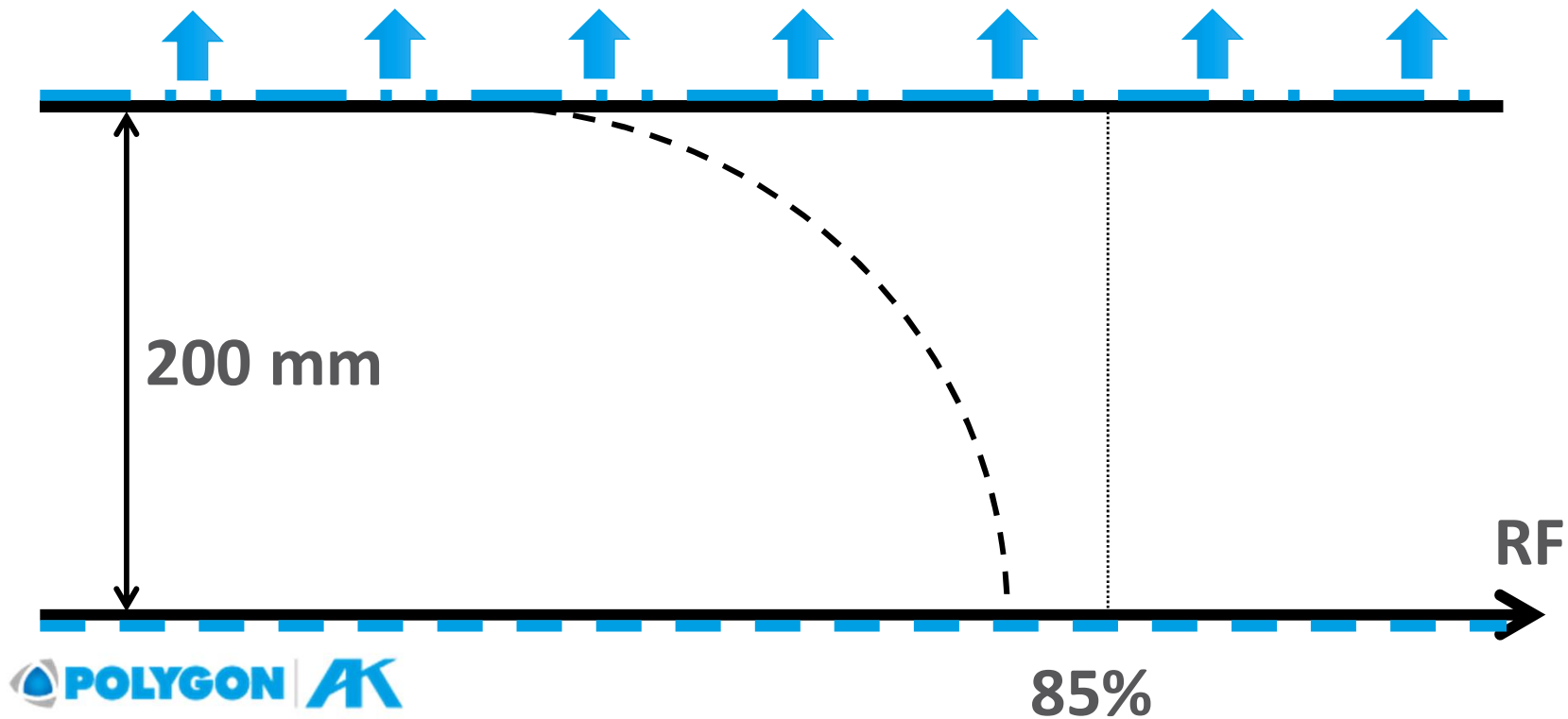
Uttorkning genom diffusionsöppna ytskiktet samtidigt som fuktfördelning



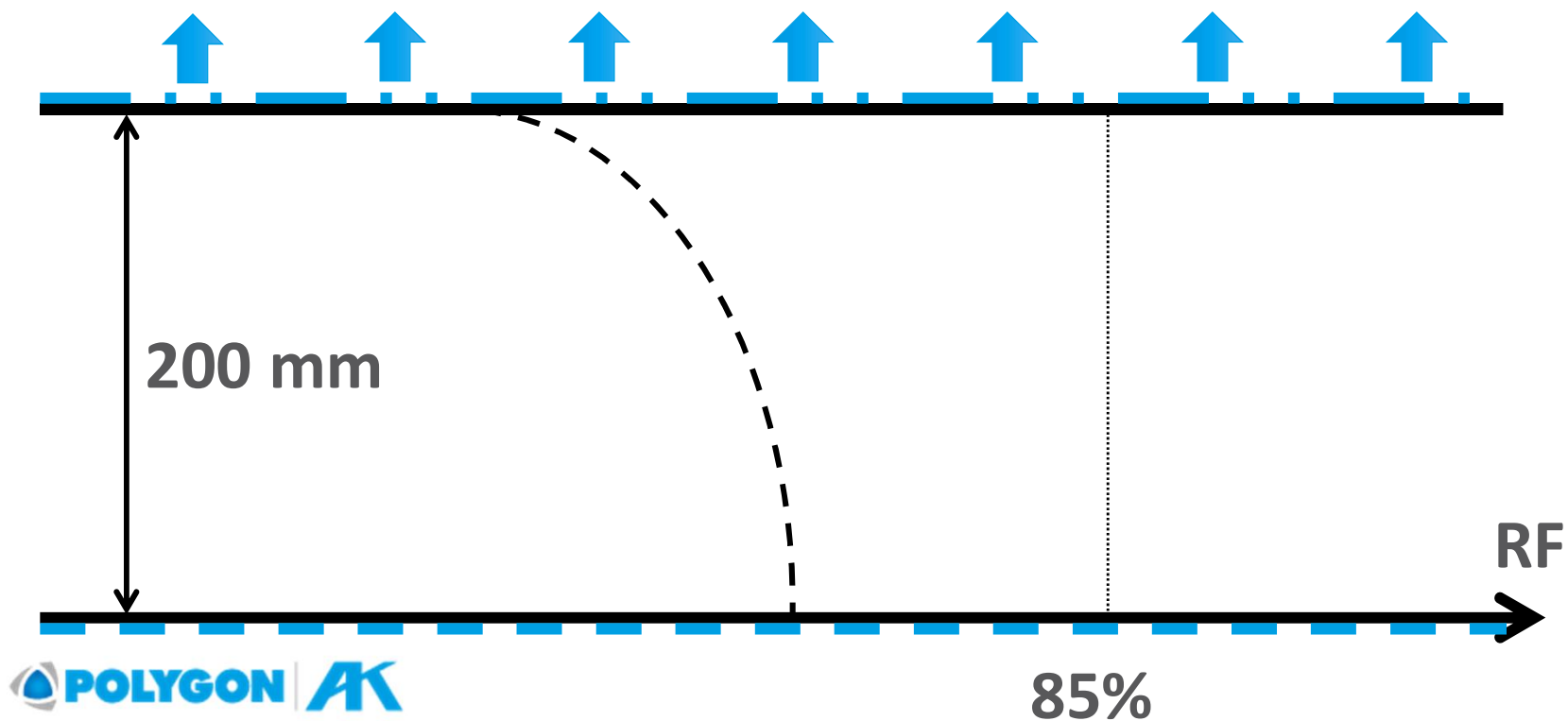
Uttorkning genom diffusionsöppna ytskiktet samtidigt som fuktomfördelning



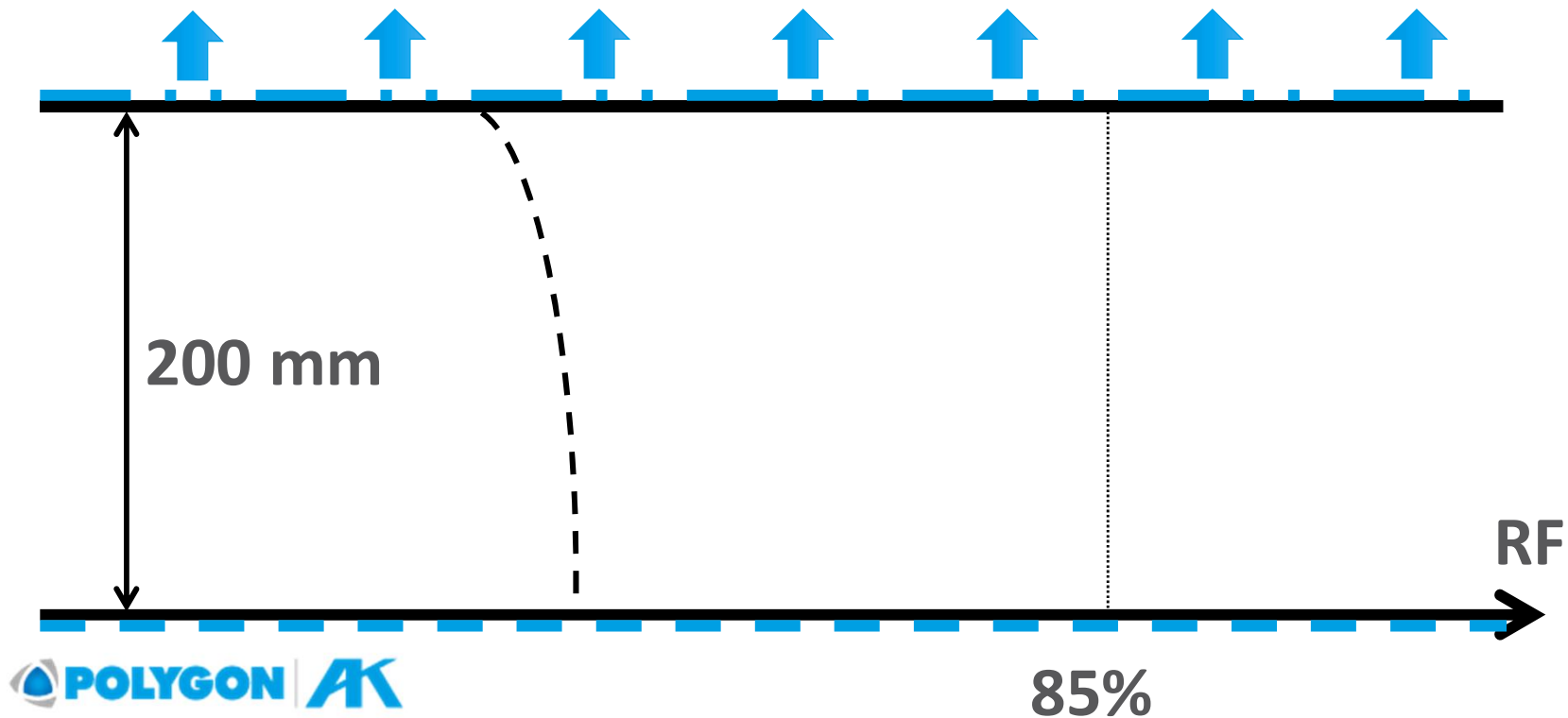
Uttorkning genom diffusionsöppna ytskiktet samtidigt som fuktfördelning



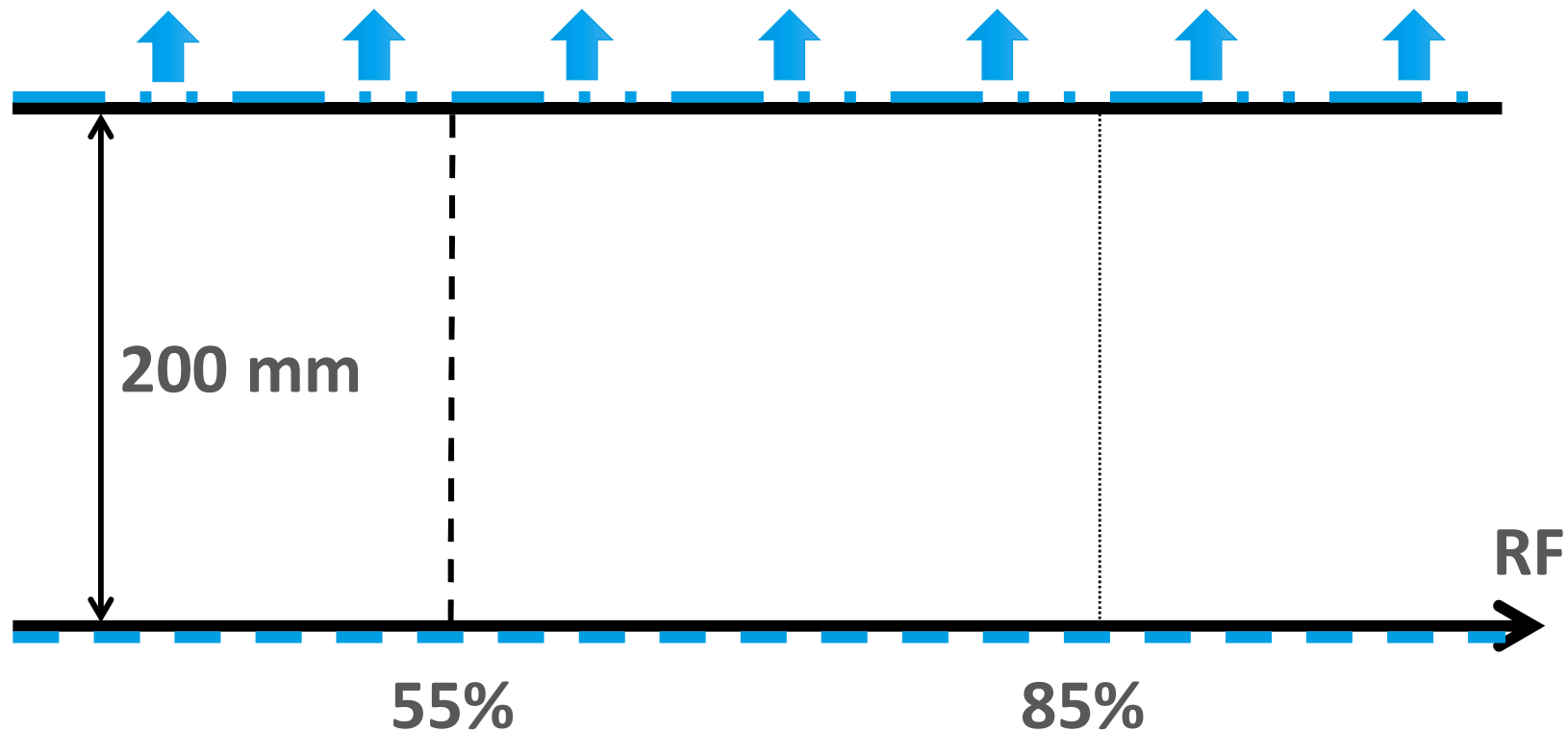
Uttorkning genom diffusionsöppna ytskiktet samtidigt som fuktomfördelning



Uttorkning genom diffusionsöppna ytskiktet samtidigt som fuktomfördelning



Uttorkning genom diffusionsöppna ytskiktet samtidigt som fuktomfördelning



Agenda

- Historik
- Högsta tillåtna RF
- **Vad är omfördelningsberäkningar?**
- Omfördelningsberäkningar Produktion
- ”Nya” högsta tillåtna RF
- Beroenden, samband och samspel
- Beräkningsexempel

Dagens “nya” förutsättningar

- Avjämning
- Flera olika materialskikt med olika RF och olika fuktprofiler
 - HD/f foggjutningar och K-ändar
 - Pågjutning
 - Avjämning
- Mer eller mindre diffusionsöppna ytskikt
- Olika typer av lim
- Produktionstiden styrs ofta av uttorkningstider – Tid är pengar – massor av pengar
- Mycket svårt att mäta RF 85% innan mattläggning
 - Nya mätmetoder?
 - Nya tillsatsmaterial i betong = tätare betong?



Historik – Brister och begränsningar

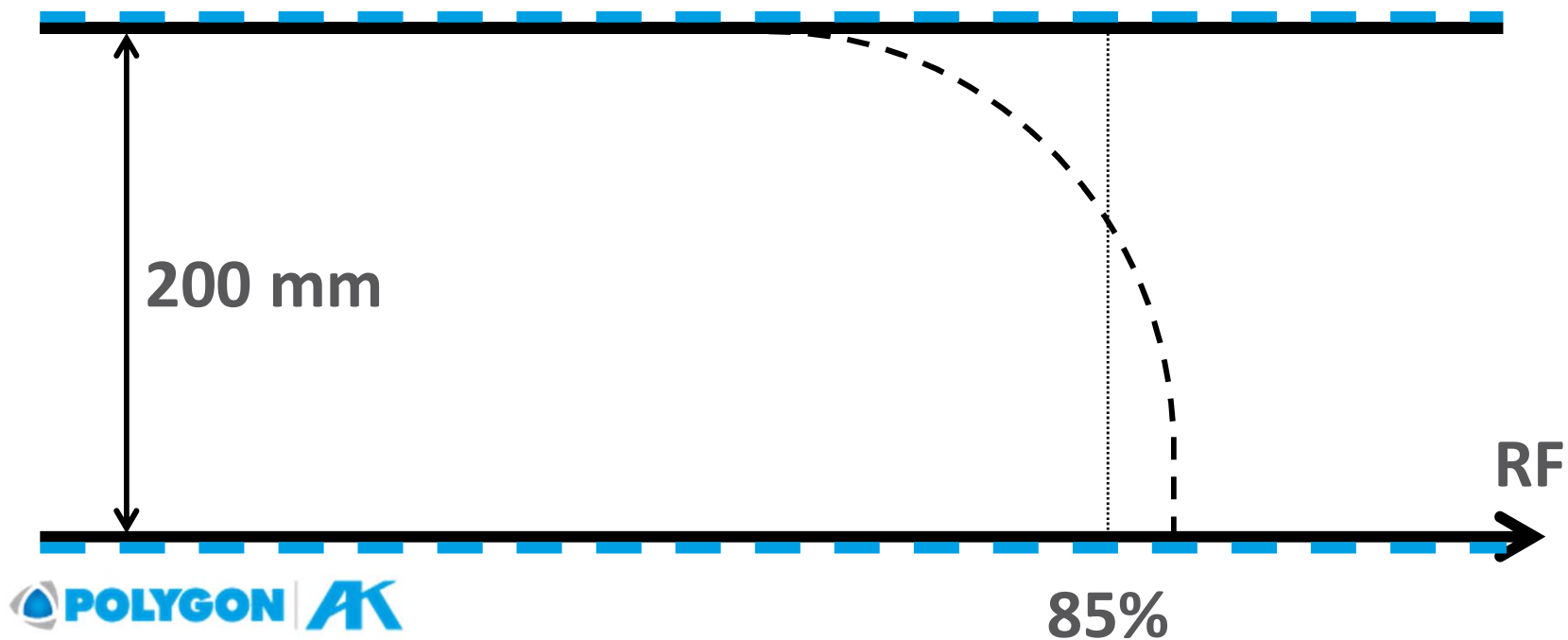
- Ett ekvivalent mätdjup
- Kvantifierades 1979
- Endast ett material – en homogen betong
- Betong med relativt högt vct
- Ingen avjämning
- Limfukt beaktas inte
- Golvbeläggning av pvc matta som beaktades som helt tät

Fuktomfördelningsberäkning = omfördelningsberäkning

- Fuktomfördelningsberäkning = omfördelningsberäkning
- Varför görs omfördelningsberäkningar? → Mycket svårt att mäta RF 85%
- Omfördelningsberäkningar borde gjorts tidigare → Möjlighet till kortare produktionstider
- Vad är en omfördelningsberäkning?

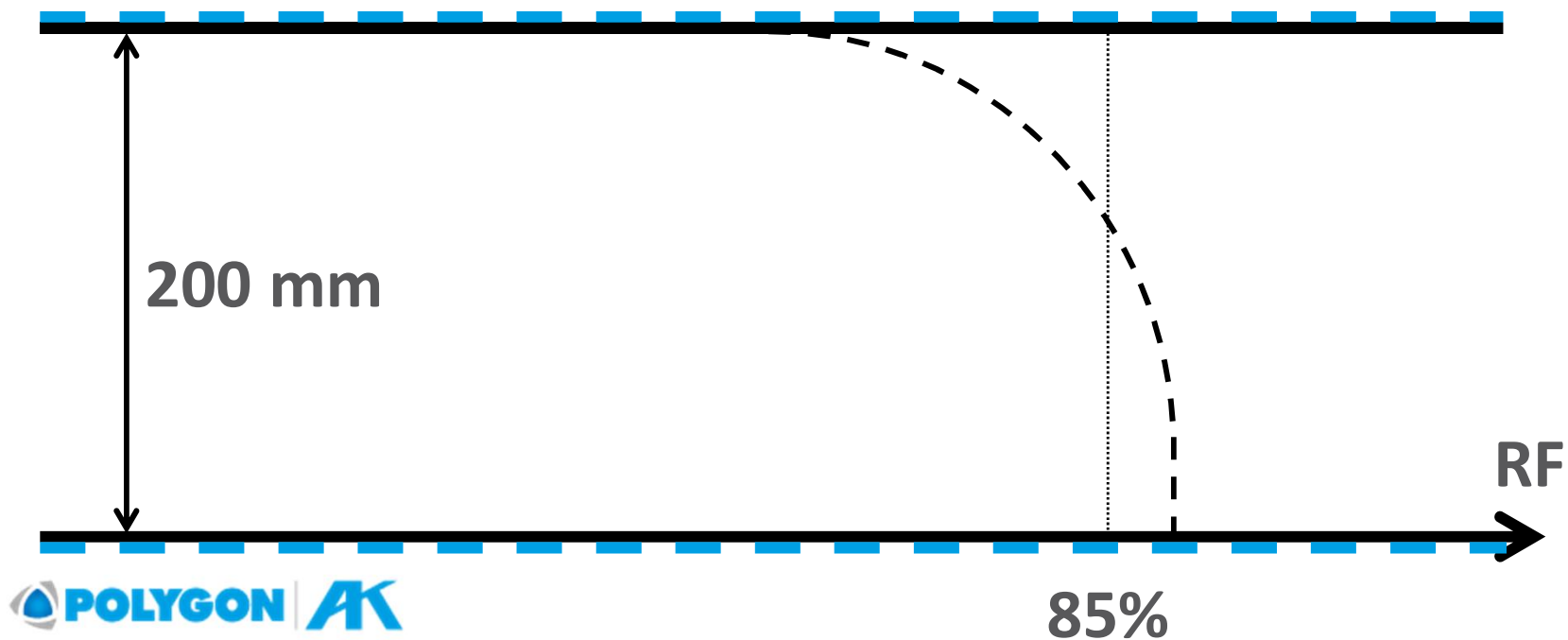
Vad är en omfördelningsberäkning?

Helt tät golvbeläggning $\rightarrow S_d = \infty$ m



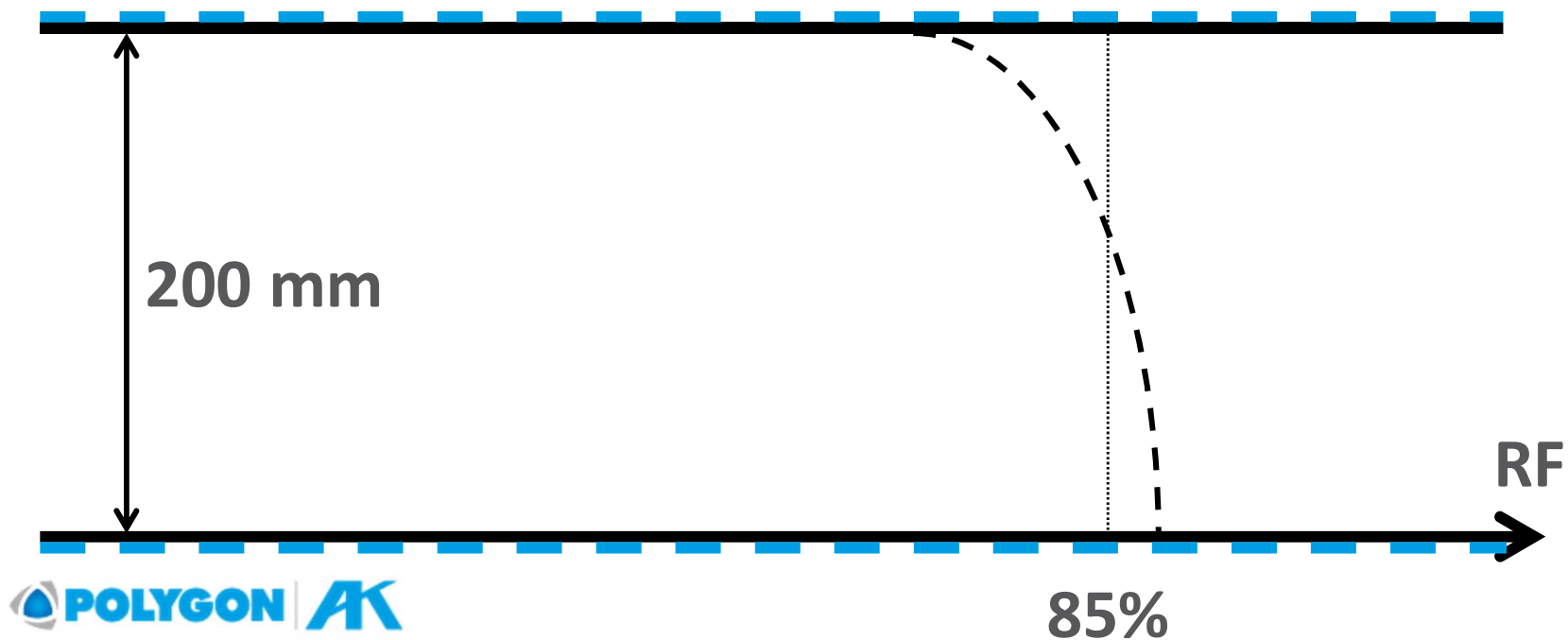
Ett enkelt exempel på en omfördelningsberäkning

Helt tät golvbeläggning $\rightarrow S_d = \infty$ m



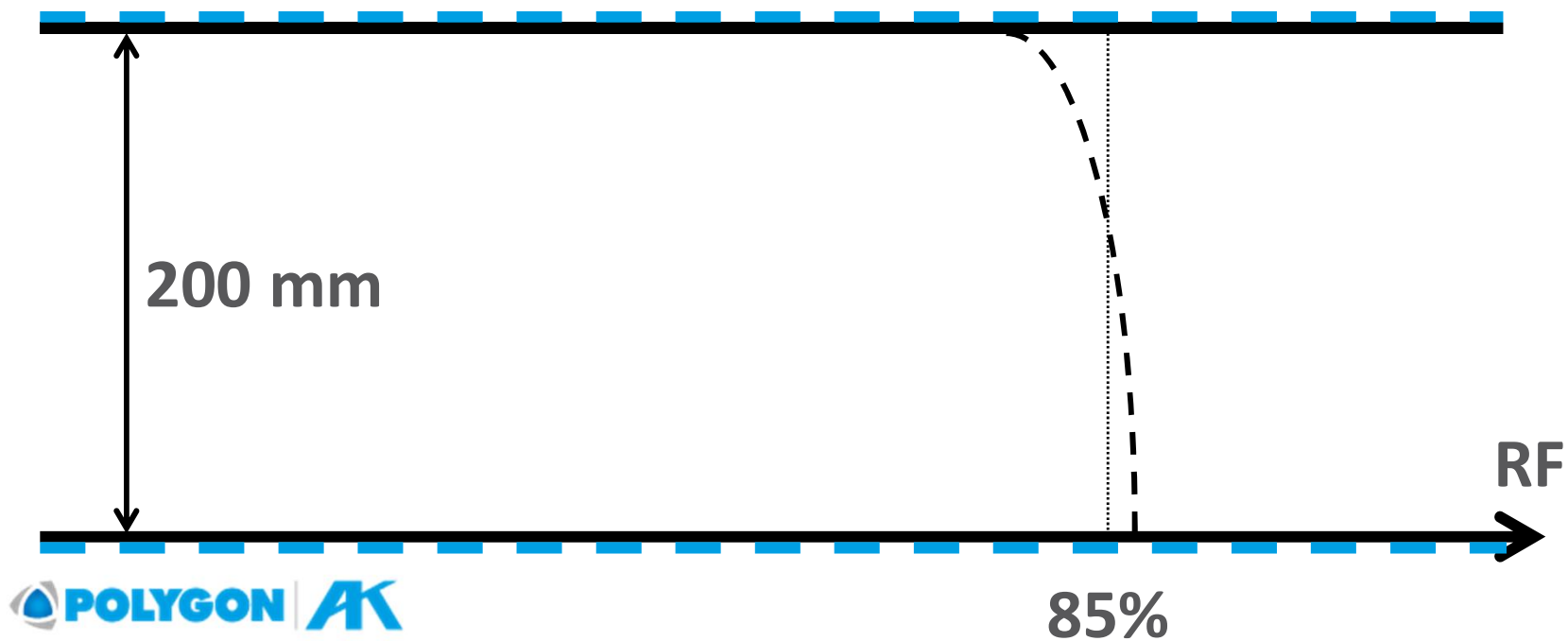
Ett enkelt exempel på en omfördelningsberäkning

Helt tät golvbeläggning $\rightarrow S_d = \infty$ m



Ett enkelt exempel på en omfördelningsberäkning

Helt tät golvbeläggning $\rightarrow S_d = \infty$ m



Ett enkelt exempel på en omfördelningsberäkning

Helt tät golvbeläggning $\rightarrow S_d = \infty$ m



Fuktomfördelningsberäkning = omfördelningsberäkning

- Fuktomfördelningsberäkning = omfördelningsberäkning
- Varför görs omfördelningsberäkningar? → Mycket svårt att mäta RF 85%
- Omfördelningsberäkningar borde gjorts tidigare → möjlighet till kortare produktionstider
- Vad är en omfördelningsberäkning?
- Vad kommer en omfördelningsberäkning att vara?

Fuktomfördelningsberäkningar beaktar dagens “nya” förutsättningar i större utsträckning

- Avjämning
- Flera olika materialskikt med olika RF och fuktprofiler
 - HD/f foggjutningar och K-ändar
 - Pågjutning
 - Avjämning
- Mer eller mindre diffusionsöppna ytskikt
- Limfukt

Fuktomfördelningsberäkning = omfördelningsberäkning

- Fuktomfördelningsberäkning = omfördelningsberäkning
- Varför görs omfördelningsberäkningar? → Mycket svårt att mäta RF 85%
- Omfördelningsberäkningar borde gjorts tidigare → möjlighet till kortare produktionstider
- Vad är en omfördelningsberäkning?
- Vad kommer en omfördelningsberäkning att vara?
- När kan det vara relevant att göra en fuktomfördelningsberäkning?

När kan det vara relevant att göra en omfördelningsberäkning?

- Tidig projektering i systemhandlingskedde – Utredda möjliga konstruktionslösningar
- Projekteringsskedet i bygghandlingskedde – Utredda möjliga materialval
- Tidig produktionsplanering – Prognostisering av uttorkningstider till tidplan
- Produktionsskedet efter gjutning av betong – Trendmätningar för jämförelse mot prognostiserade uttorkningstider
- Produktionsskedet inför applicering av ytskikt
- I skadefall

Förutsättningar för att kunna göra en omfördelningsberäkning

- Känd konstruktionsuppbyggnad
 - Skiktjocklekar geometri mm
 - Material
- Fuktprofil
- Fukttransportegenskaper och nödvändig relevant materialdata för ingående material
- Kända omgivande randvillkor
- Kännedom och förståelse för RF gränsvärden för att undvika skador (RF och tid)
- Tillräckligt hög kunskapsnivå
- Känna sina egna och beräkningsverktygets begränsningar

Utförande av omfördelningsberäkningar

- Applicering av ytskikt som utförs med hänvisning till en omfördelningsberäkning skall ALLTID kopplas till fuktmätningar motsvarande GBR och RBK mätningar i konstruktionens samtliga ingående materialskikt
- Det är fuktmätningar som verifierar och bekräftar om applicering av ytskikt kan ske
- En omfördelningsberäkning "startar" i det ögonblick som ytskikt appliceras på golvbeläggningen

Agenda

- Historik
- Högsta tillåtna RF
- Vad är omfördelningsberäkningar?
- **Omfördelningsberäkningar Produktion**
- ”Nya” högsta tillåtna RF
- Beroenden, samband och samspel
- Beräkningsexempel

Beakta dagens “nya” förutsättningar

- Avjämning
- Flera olika materialskikt med olika RF och fuktprofiler
 - HD/f foggjutningar och K-ändar
 - Pågjutning
 - Avjämning
- Mer eller mindre diffusionsöppna ytskikt
- Limfukt

När kan det vara relevant att göra en omfördelningsberäkning

- Tidig projektering i systemhandlingsskede – Utredda möjliga konstruktionslösningar
- Projekteringsskedet i bygghandlingsskede – Utredda möjliga materialval
- Tidig produktionsplanering – Prognostisering av uttorkningstider till tidplan
- Produktionsskedet efter gjutning av betong – Trendmätningar för jämförelse mot prognostiserade uttorkningstider
- **Produktionsskedet inför applicering av ytskikt**
- I skadefall

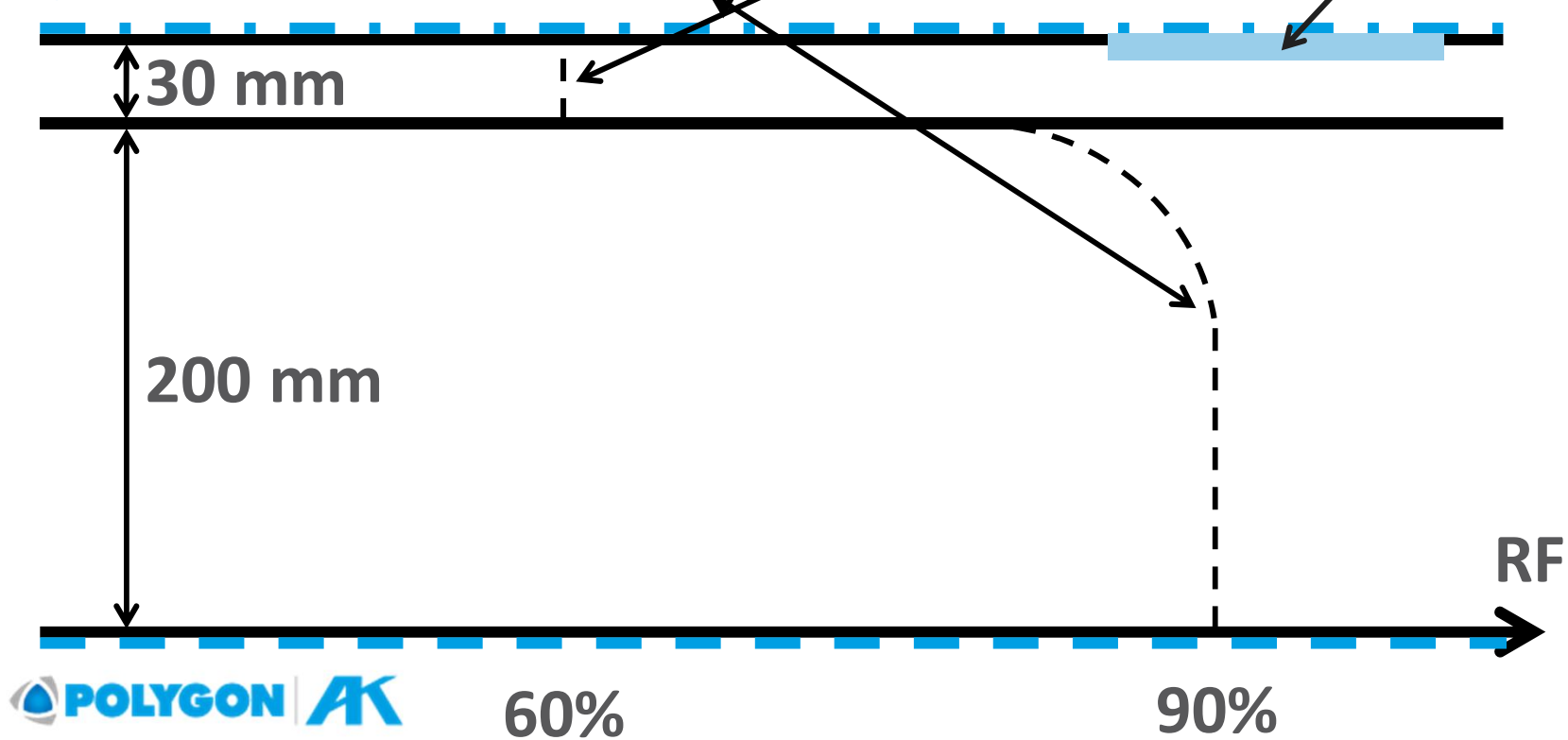
Omfördelningsberäkningar i produktion

- Mät upp fuktprofilen i betong och avjämning
- Upprätta beräkningsmodell baserad på uppmätta fuktprofiler
- Beräkna fuktomfördelningen med bl.a. hänsyn taget till
 - Fukttillskott från lim
 - Fuktprofil i betong
 - Fuktprofil i avjämning
 - Täthet ytskikt
- Kontrollera resultat undersida ytskikt mot RF gränsvärde (RF = 85%) eller lägre undersida ytskikt – oavsett ytskikt
- Om RF under matta < högsta tillåtna RF → Mattläggning

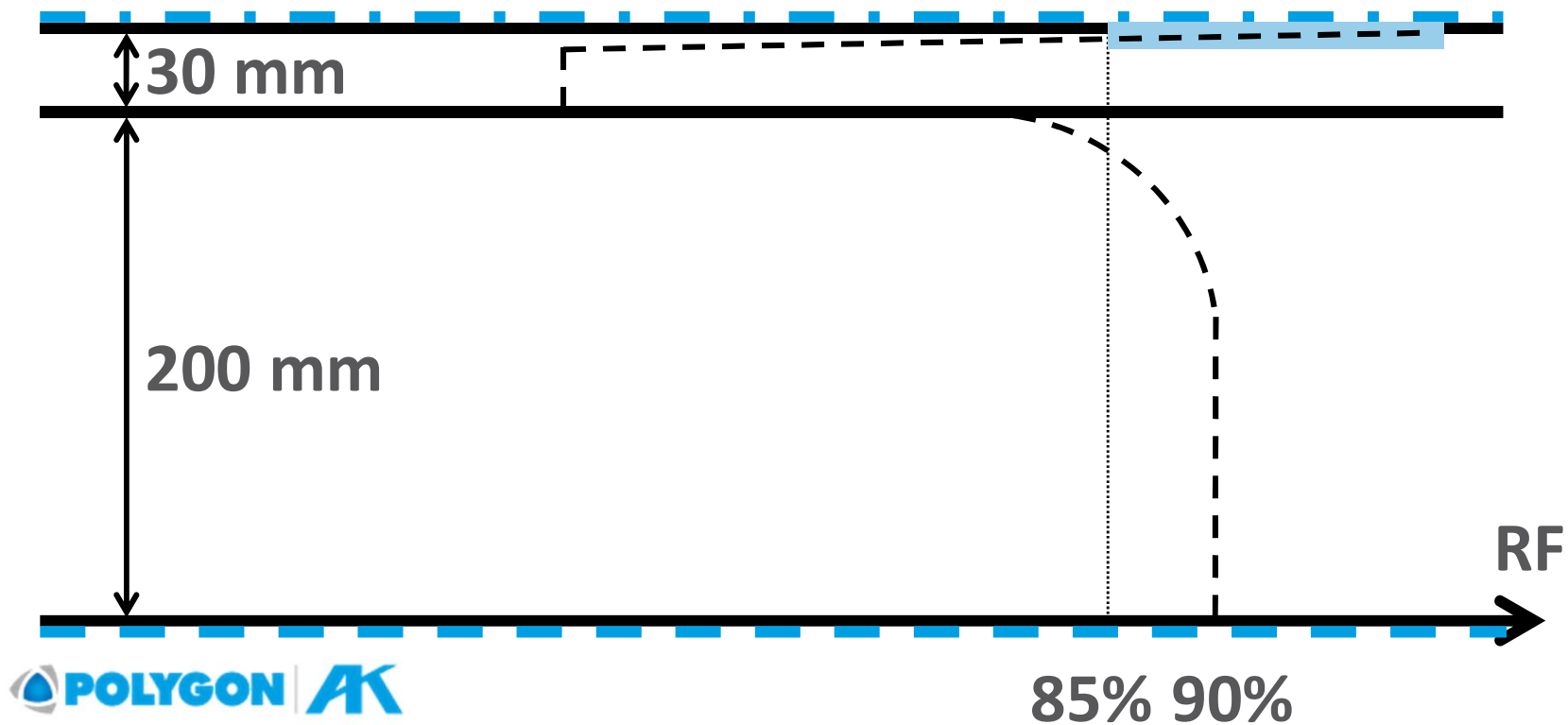
Exempel – Betongbjälkag kvarsittande form, avjämning och plastmatta



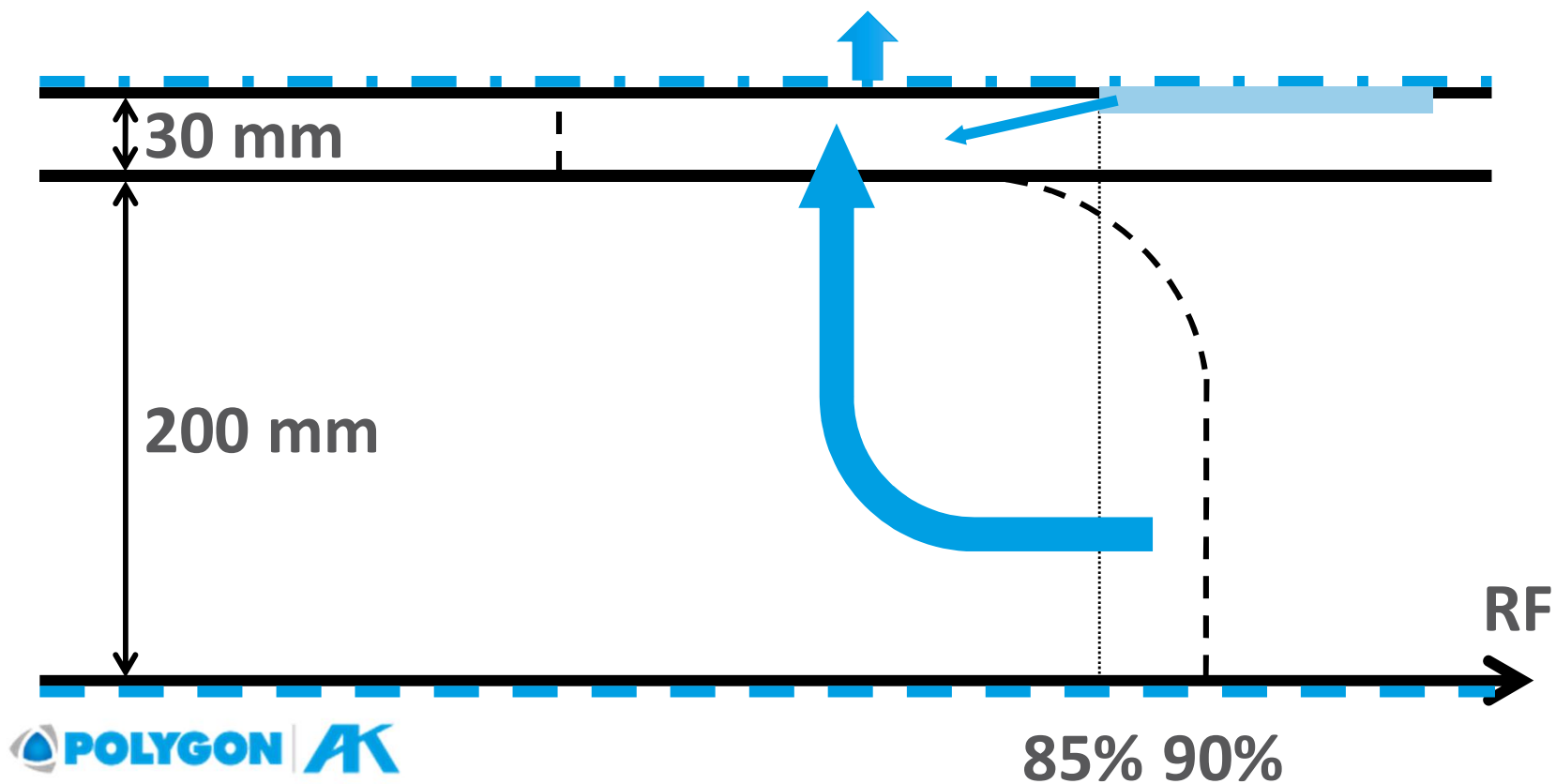
Uppmätt fuktprofil, uppmätt RF avjämning, limfukt, plastmatta $S_d = 20 \text{ m}^2$



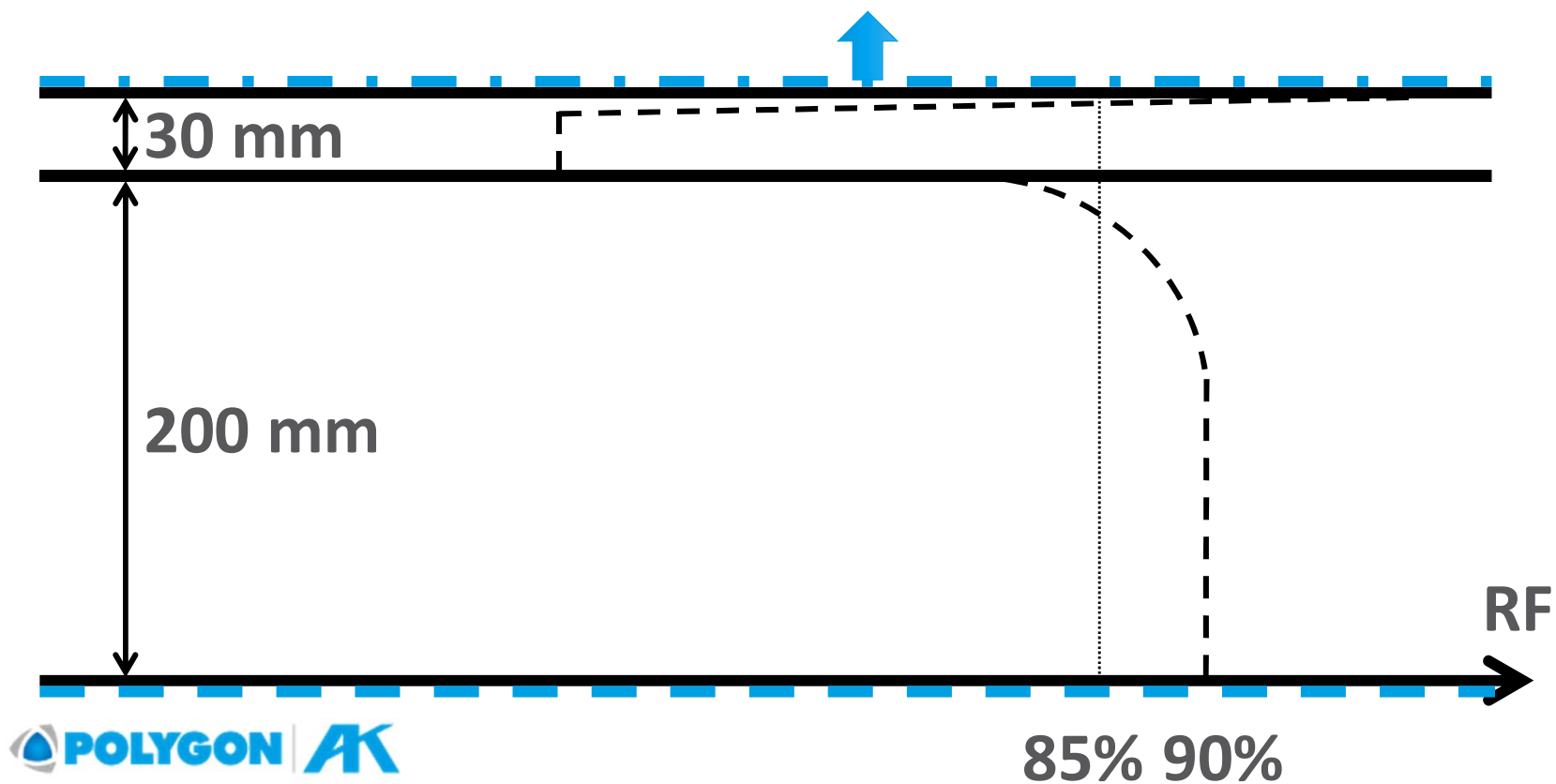
Start omfördelningsberäkning = direkt efter applicerat ytskikt



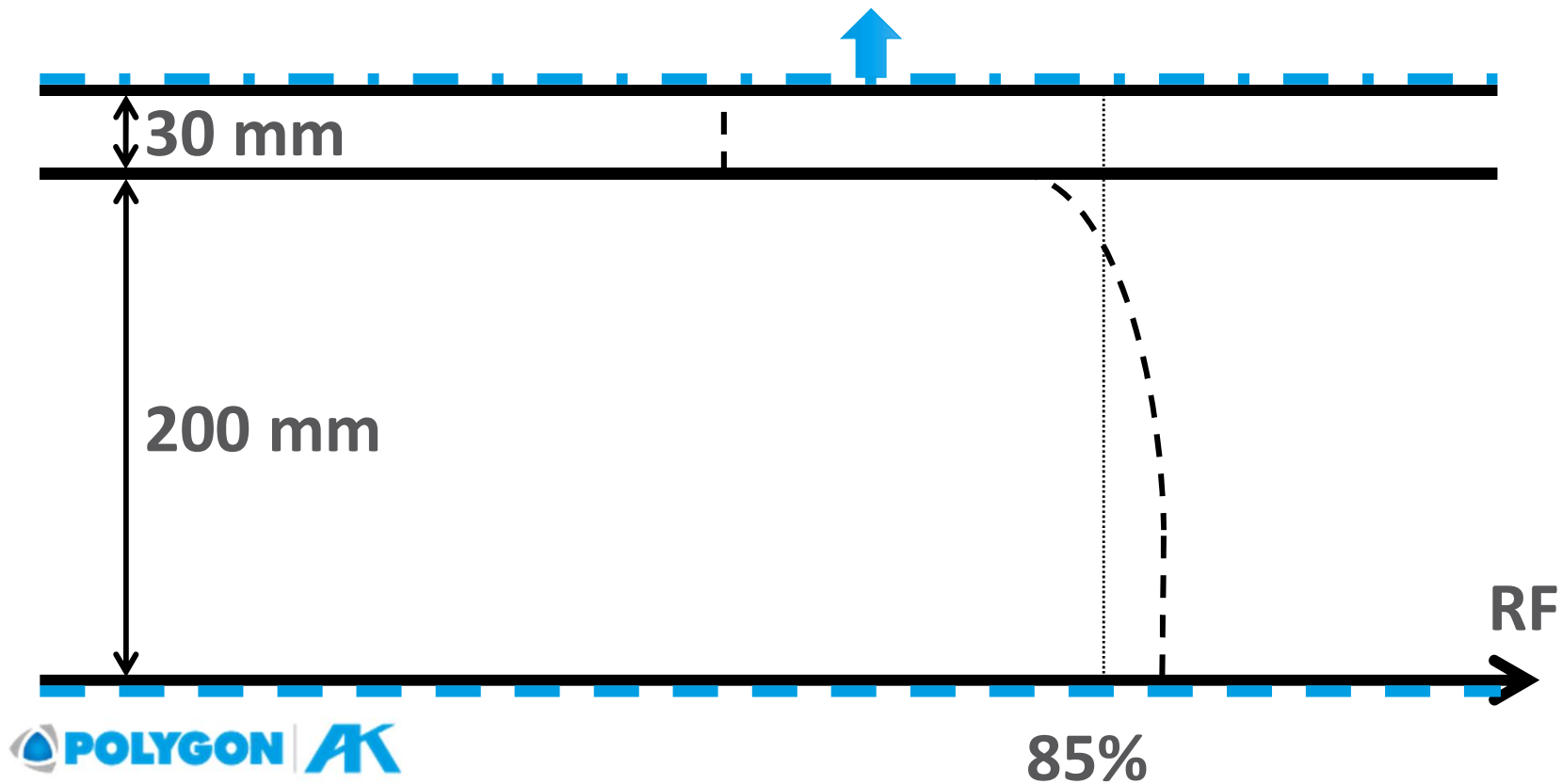
Fuktomfördelning + långsam uttorkning genom ytskikt



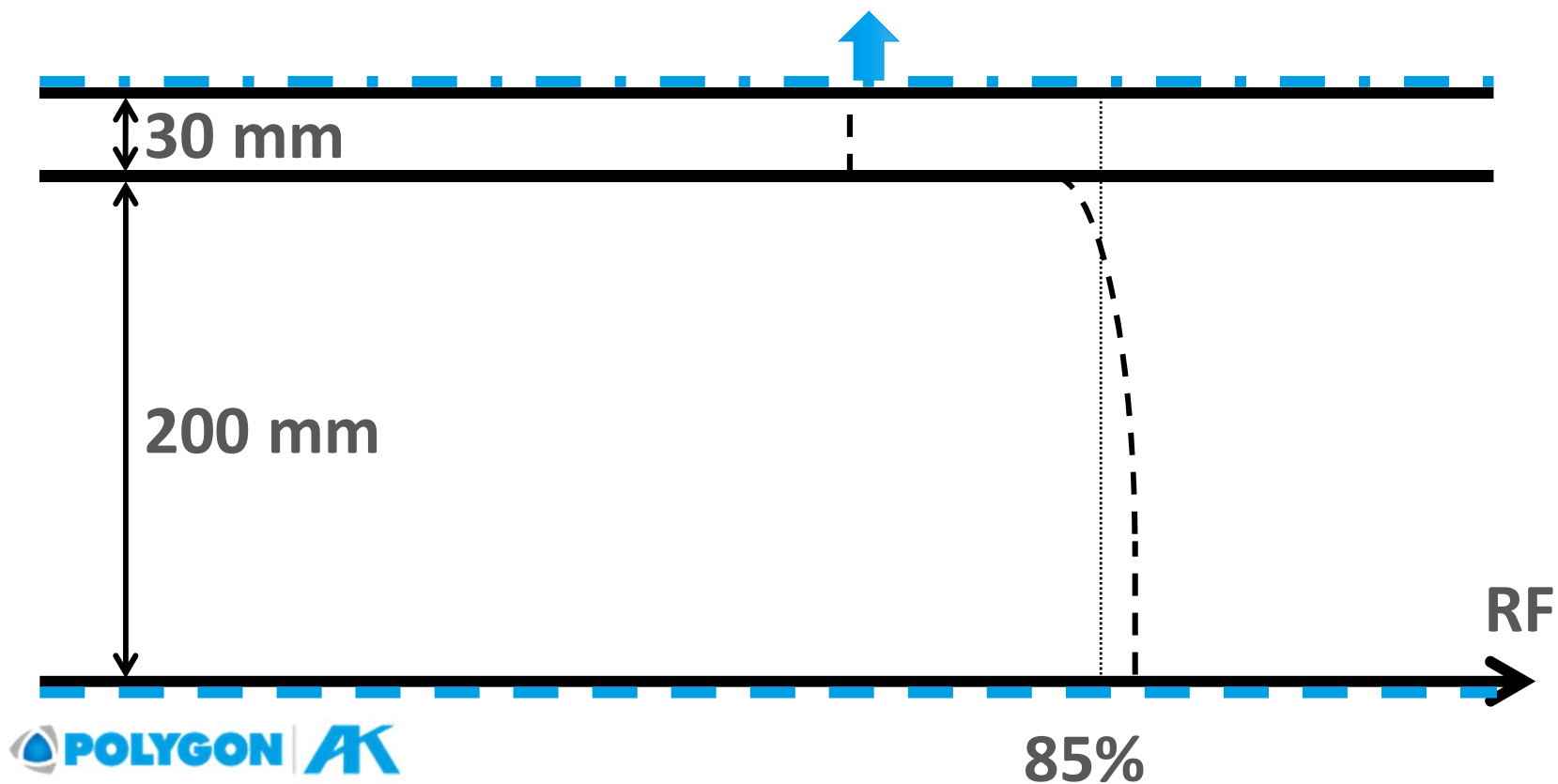
Fuktomfördelning + långsam uttorkning genom ytskikt



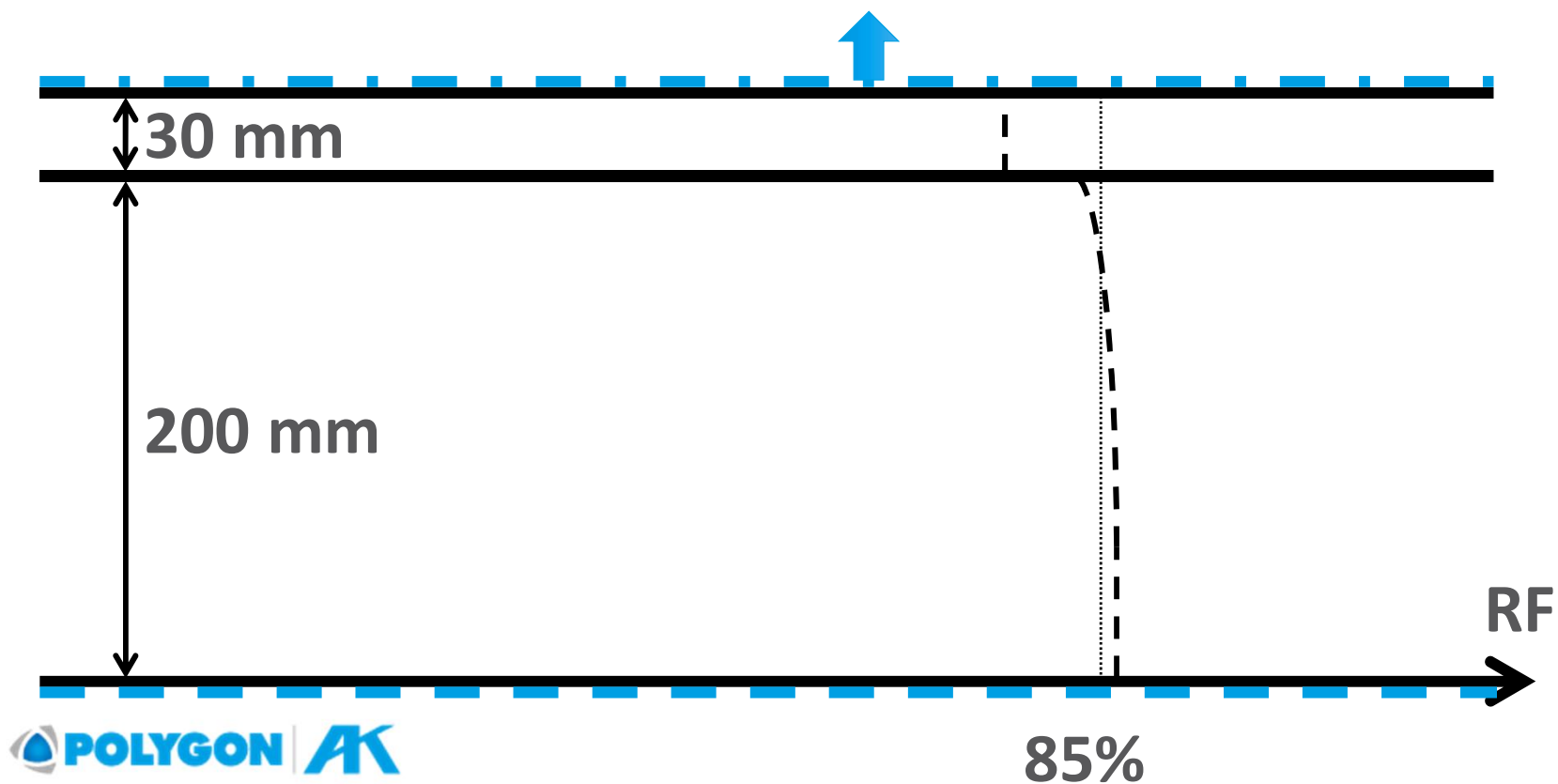
Fuktomfördelning + långsam uttorkning genom ytskikt



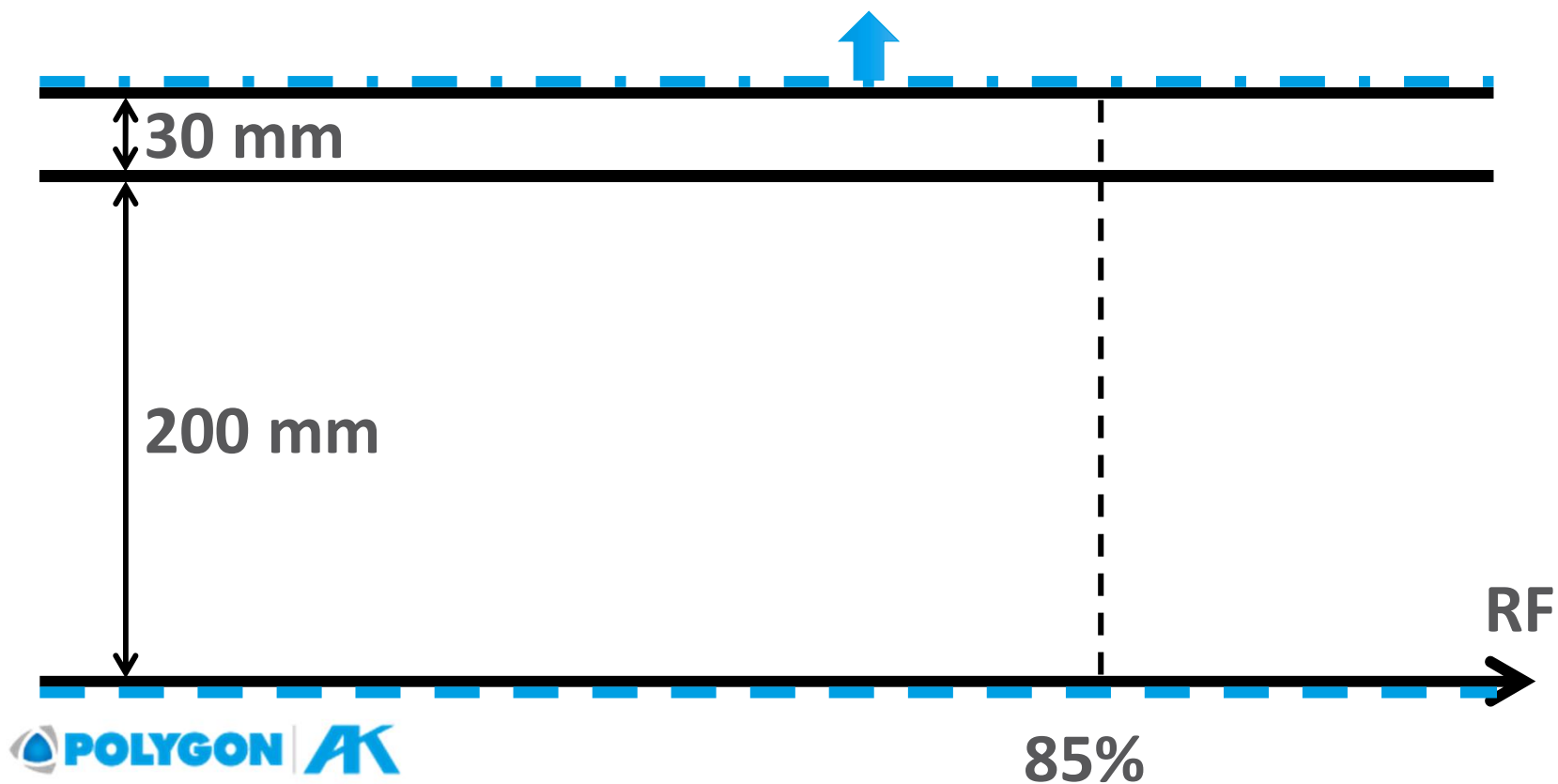
Fuktomfördelning + långsam uttorkning genom ytskikt



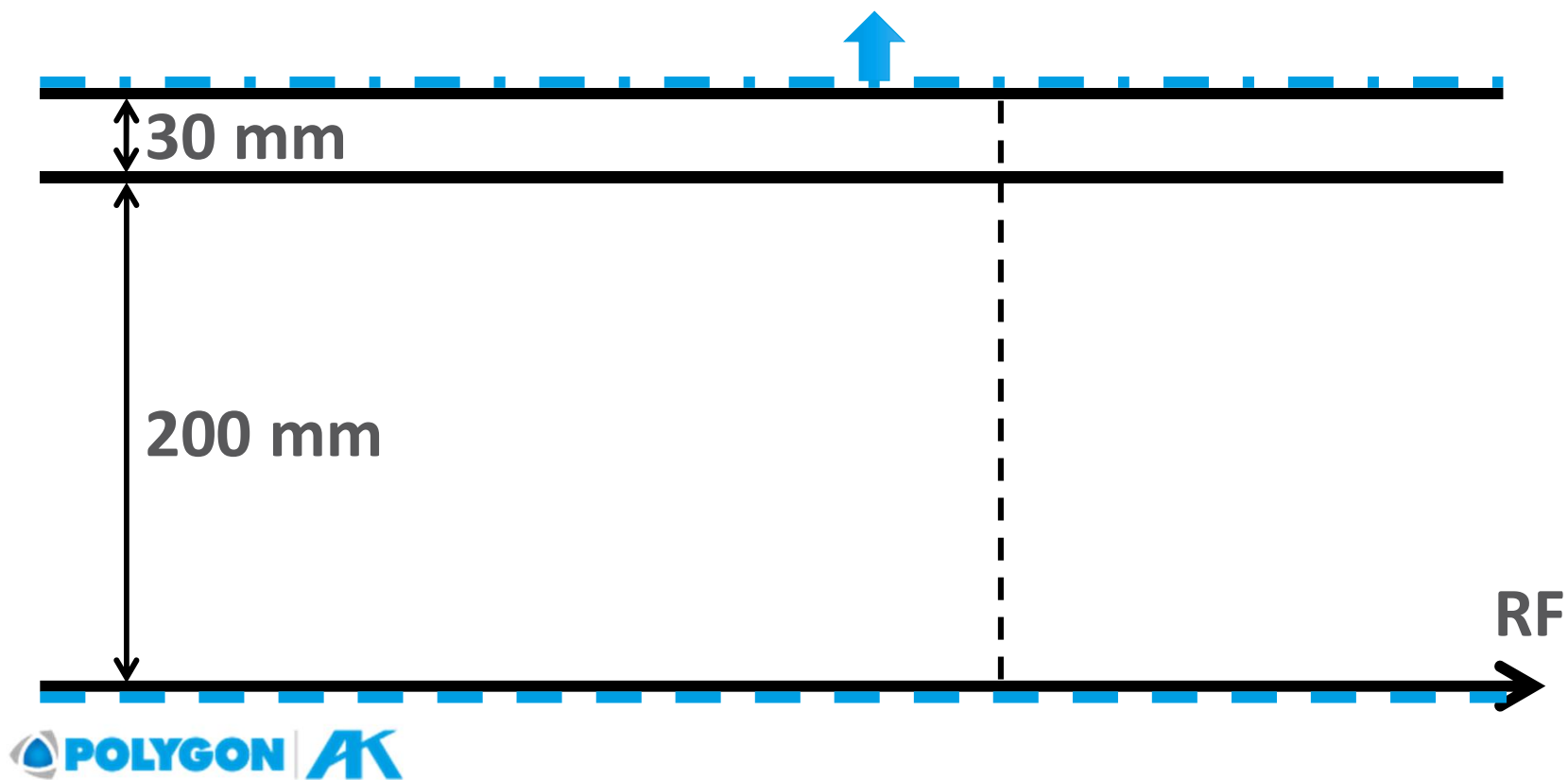
Fuktomfördelning + långsam uttorkning genom ytskikt



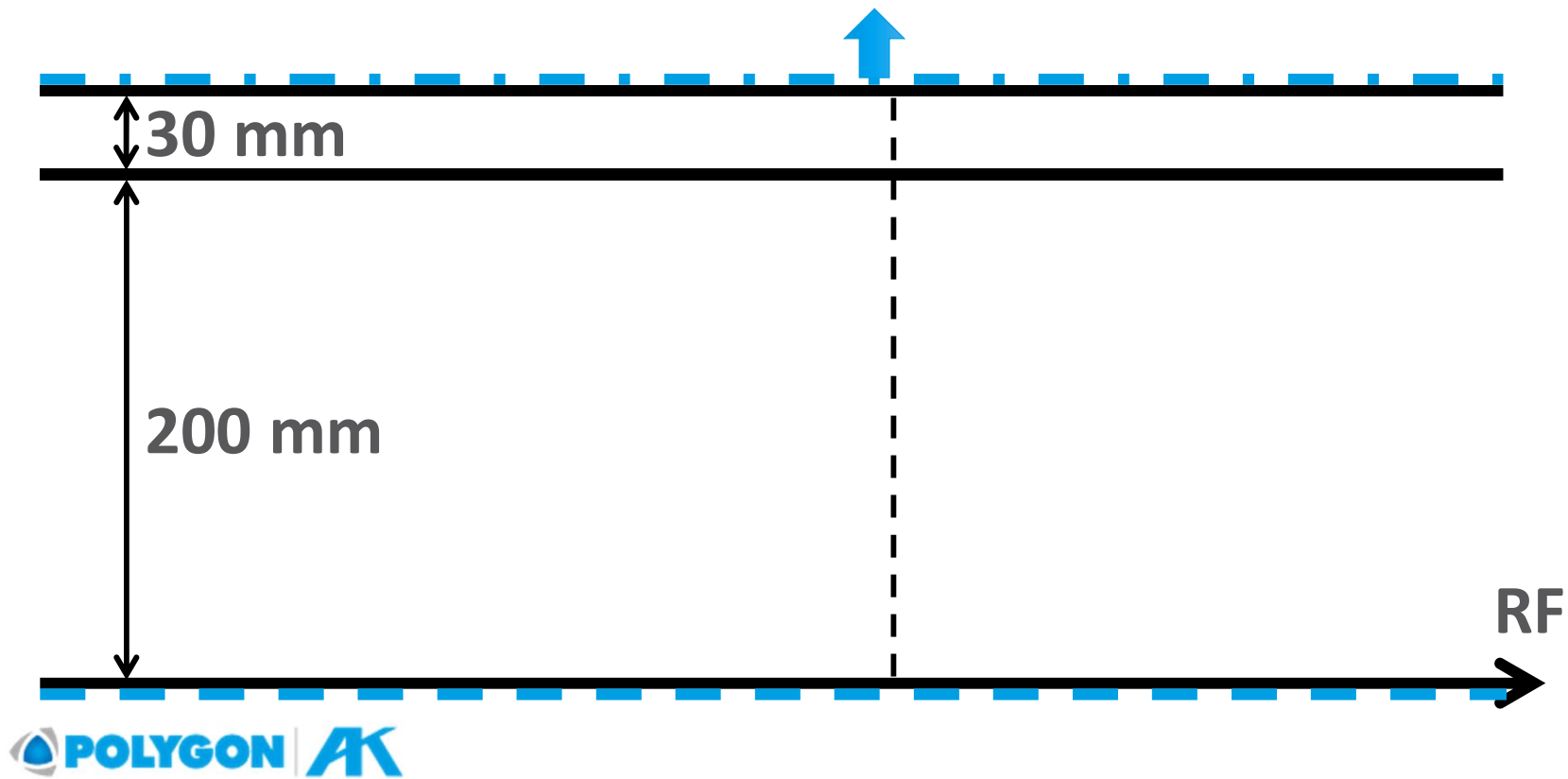
Fuktomfördelning + långsam uttorkning genom ytskikt



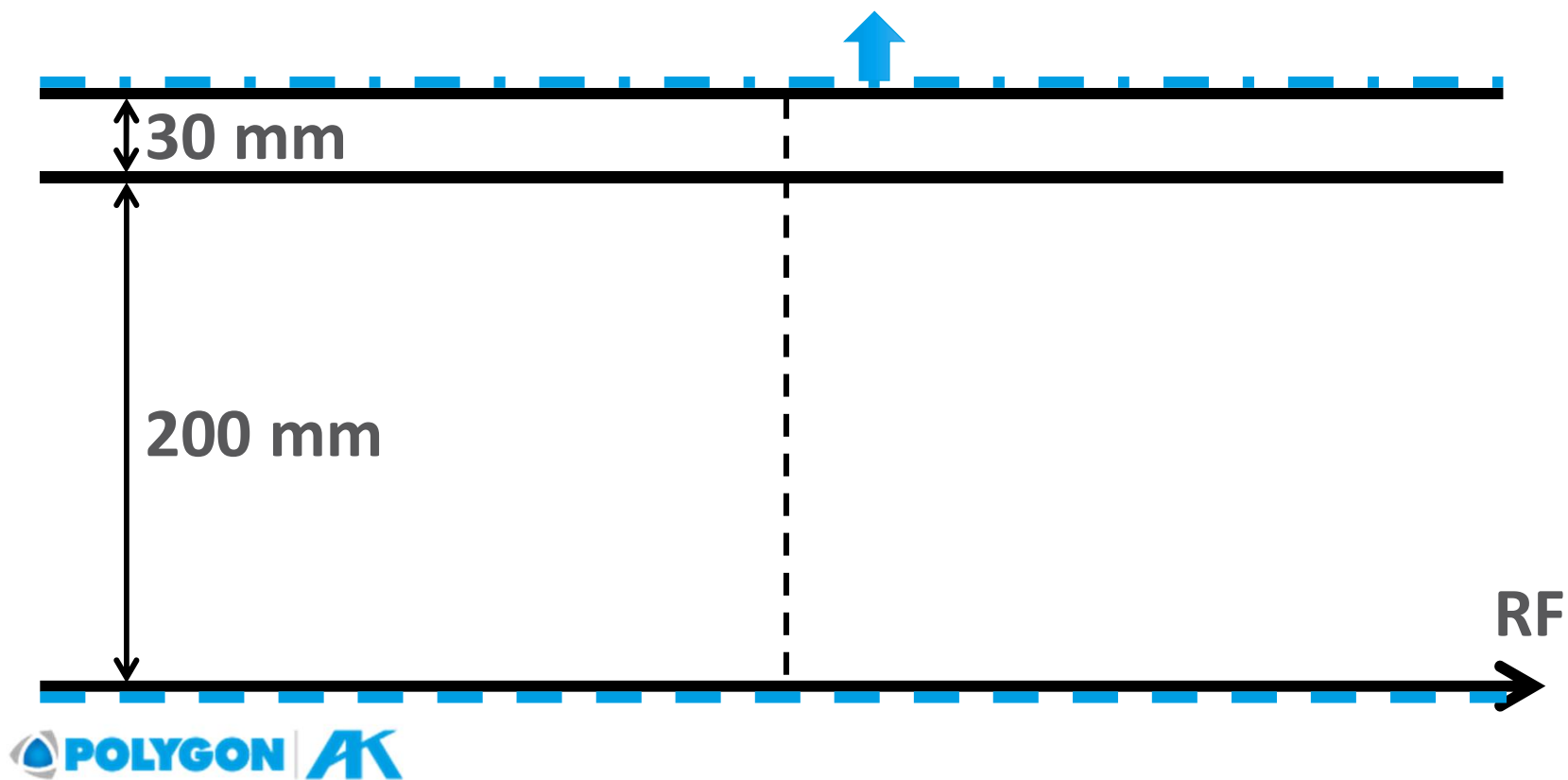
Fortsatt långsam uttorkning genom ytskikt till jämvikt



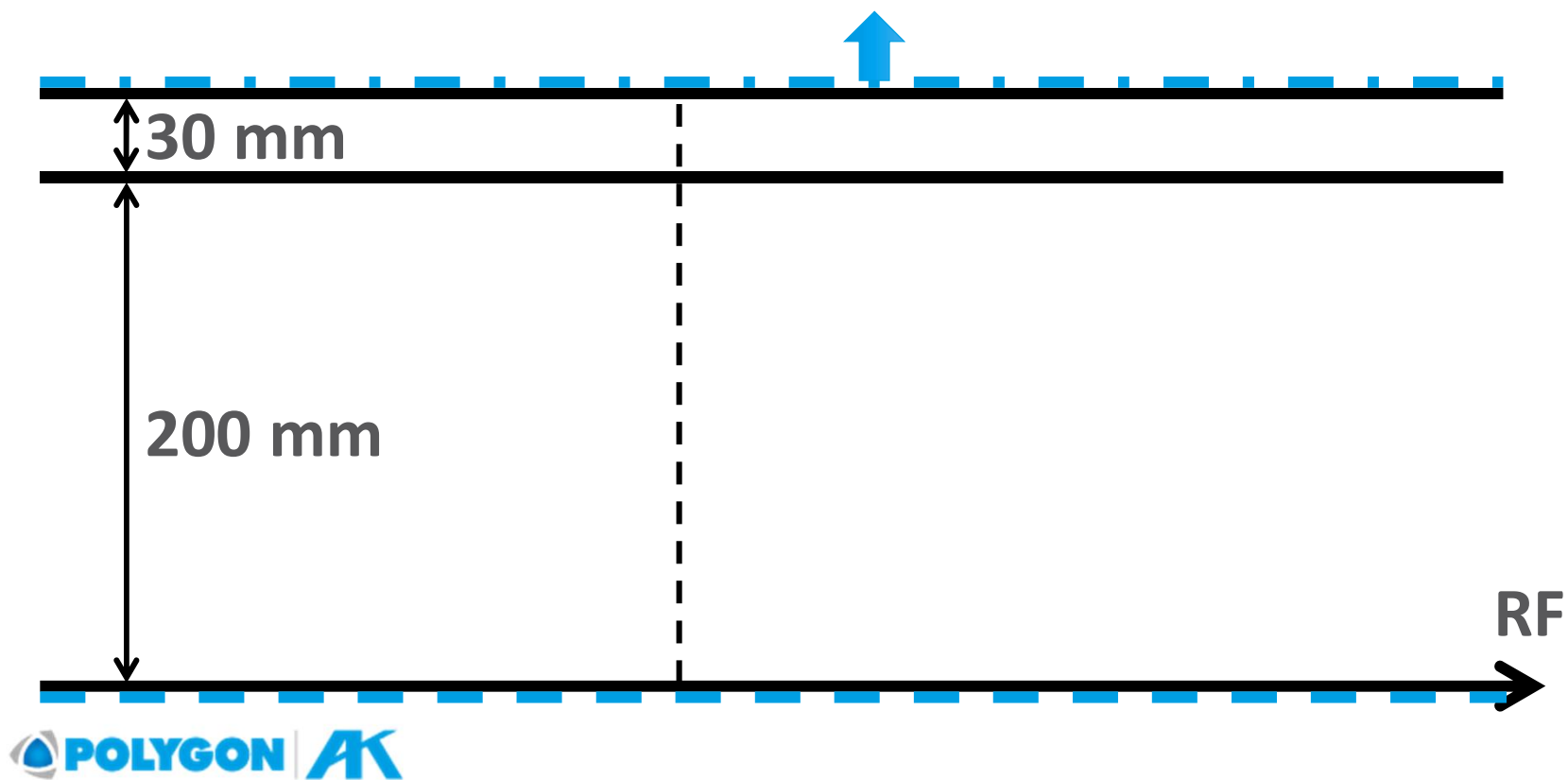
Fortsatt långsam uttorkning genom ytskikt till jämvikt



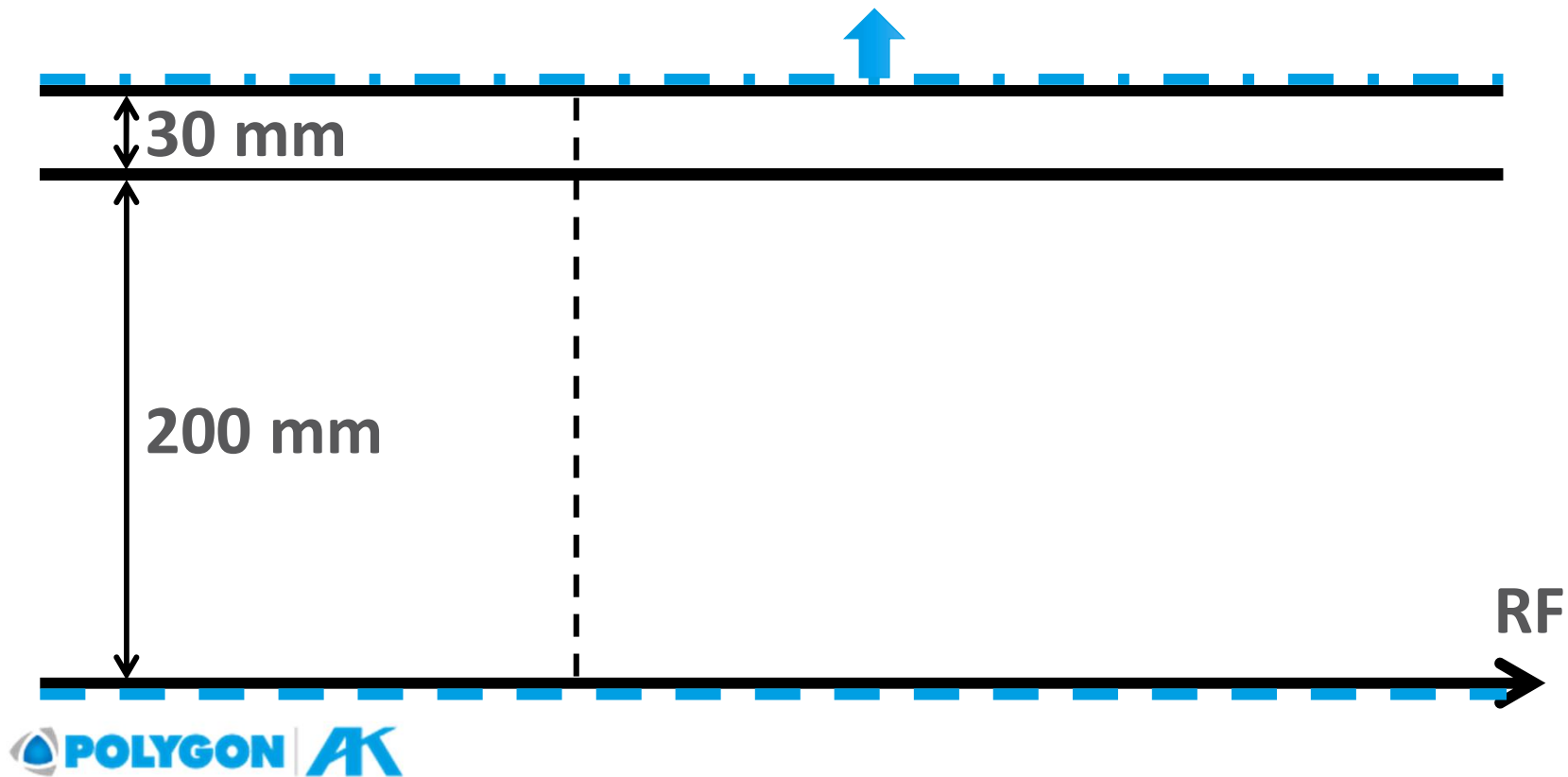
Fortsatt långsam uttorkning genom ytskikt till jämvikt



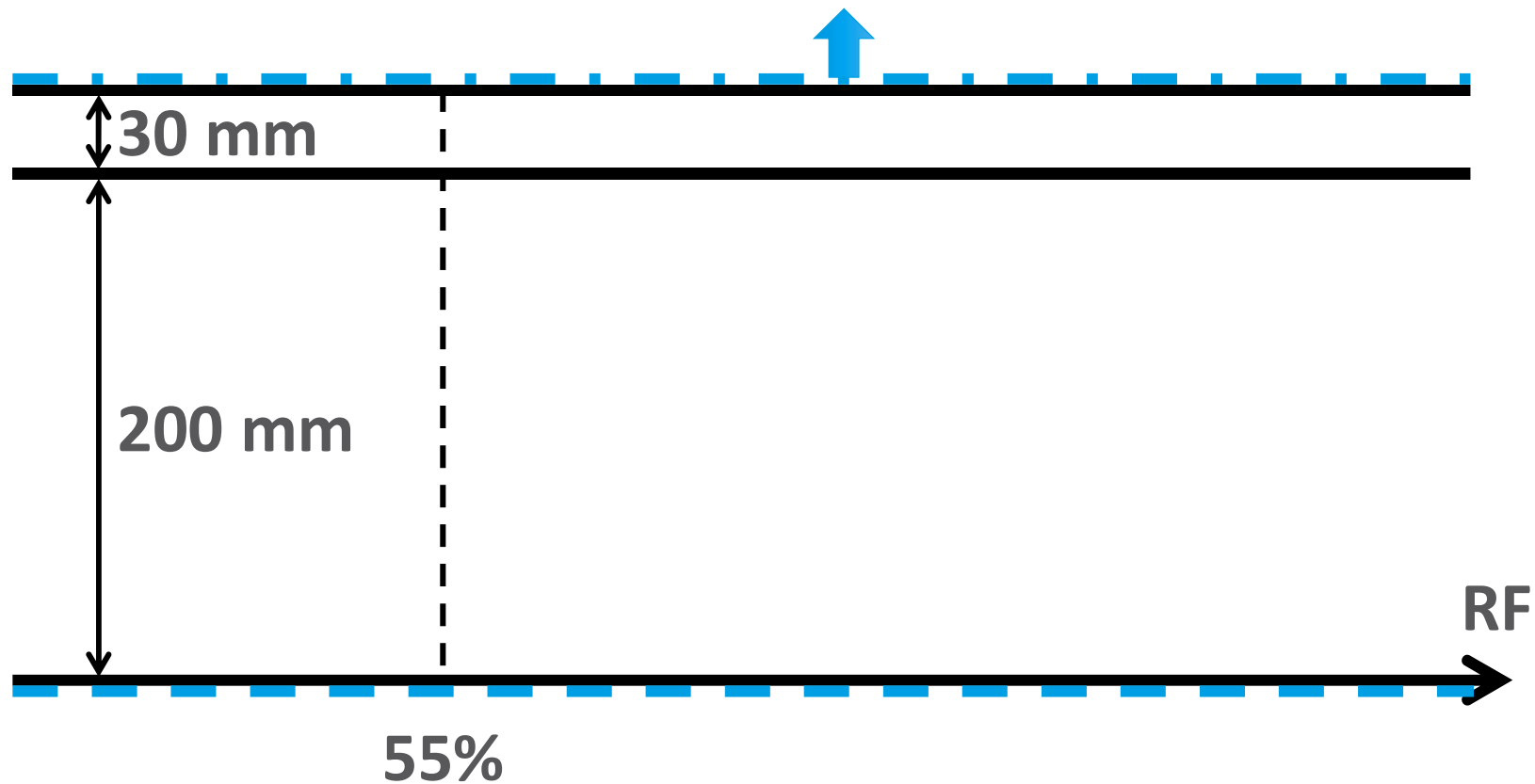
Fortsatt långsam uttorkning genom ytskikt till jämvikt



Fortsatt långsam uttorkning genom ytskikt till jämvikt



Fortsatt långsam uttorkning genom ytskikt till jämvikt



Agenda

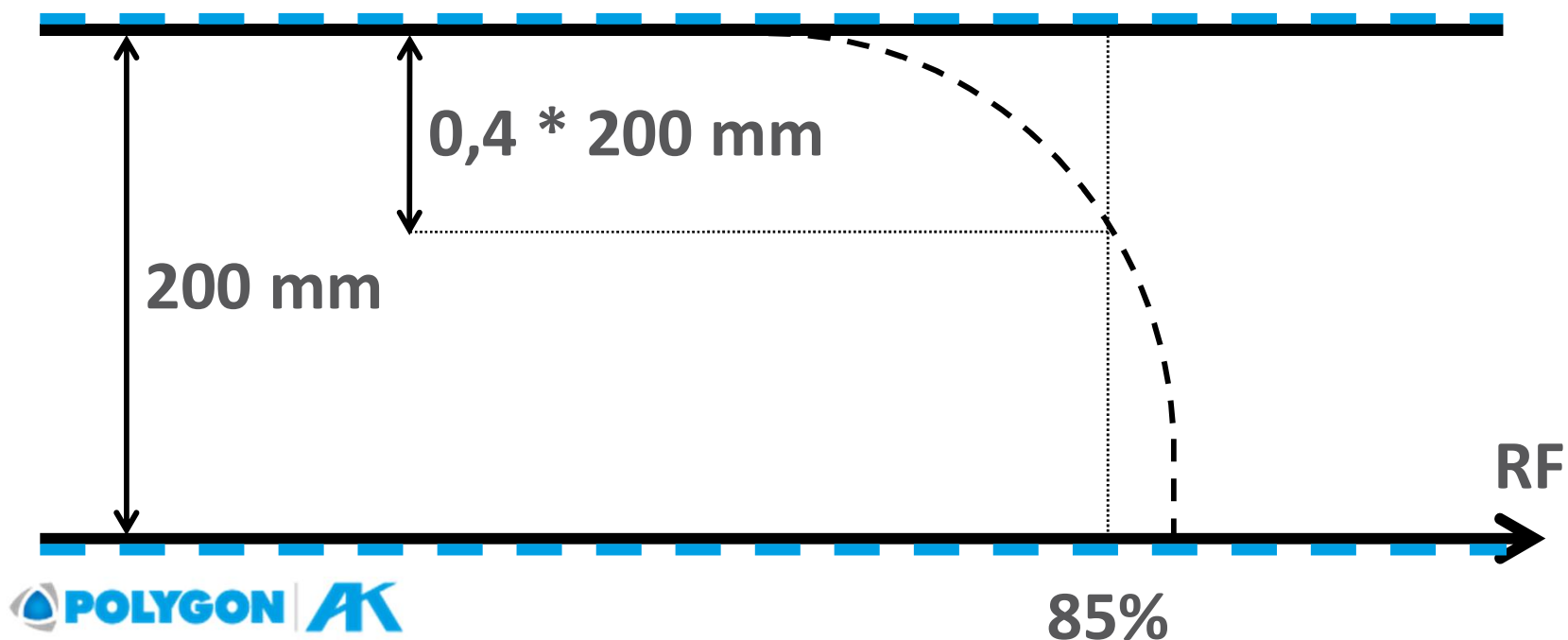
- Historik
- Högsta tillåtna RF
- Vad är omfördelningsberäkningar?
- Omfördelningsberäkningar Produktion
- **”Nya” högsta tillåtna RF**
- Beroenden, samband och samspel
- Beräkningsexempel

Idag gällande högsta tillåtna RF

- Ekvivalent mätdjup
- Kvantifierades 1979
- 85% täta plast (och linoleummattor)
- 90% diffusionsöppna textilmattor och trägolv

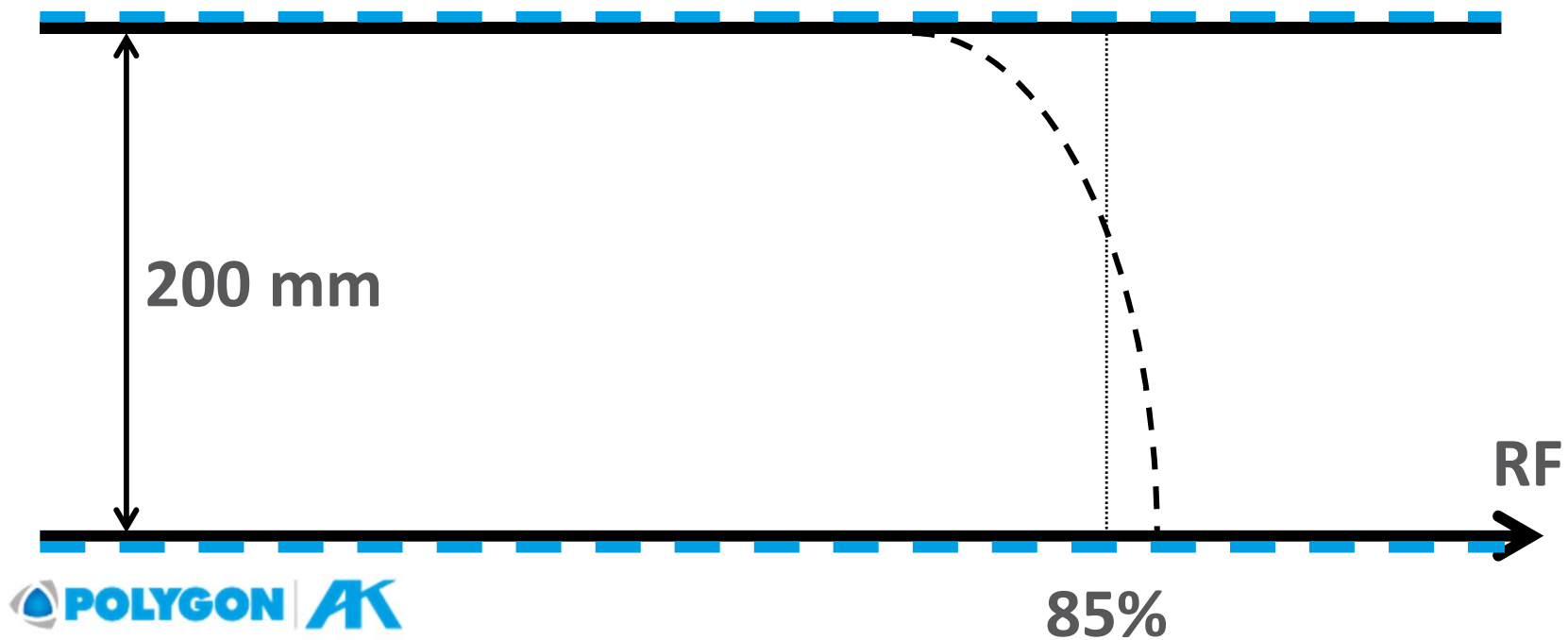
Täta plast och linoleummattor – RBK mätning på ekvivalent mätdjup innan mattläggning max 85%

Helt tät golvbeläggning → $S_d = \infty$ m



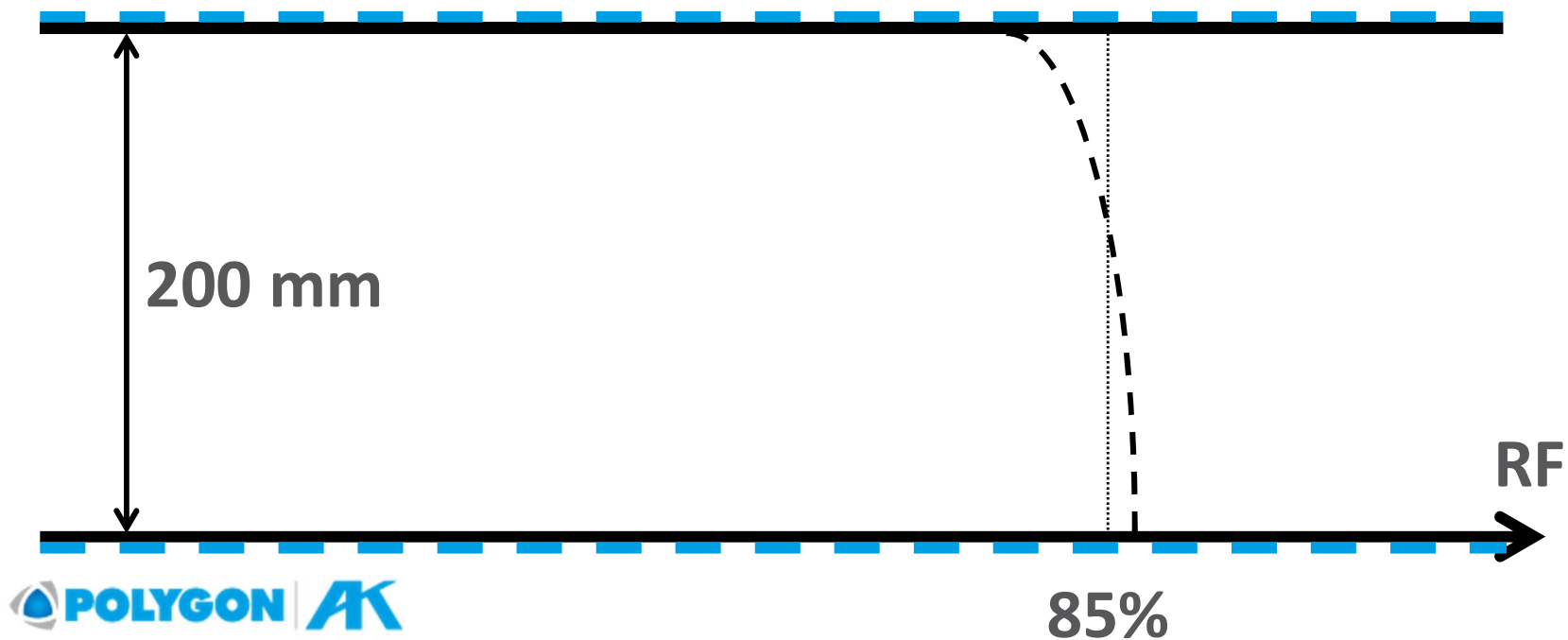
Historik – Fuktomfördelning över tiden

Helt tät golvbeläggning → $S_d = \infty$ m



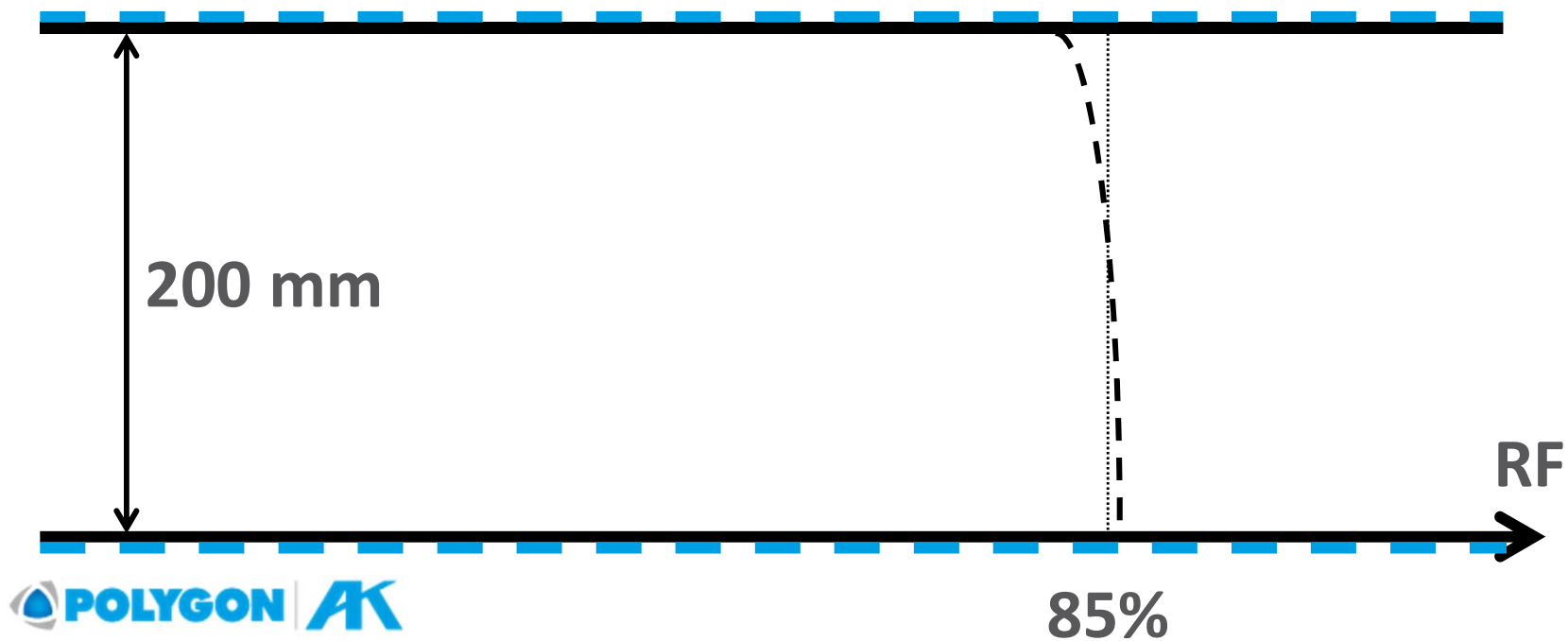
Historik – Fuktomfördelning över tiden

Helt tät golvbeläggning → $S_d = \infty$ m



Historik – Fuktomfördelning över tiden

Helt tät golvbeläggning → $S_d = \infty$ m



Historik – Fuktomfördelning över tiden till jämvikt

Helt tät golvbeläggning $\rightarrow S_d = \infty$ m



Diffusionsöppna textilmattor och trögolv RBK mätning på ekvivalent mätdjup innan applicering max 90%

Diffusionsöppen golvbeläggning → $S_d = 0,2 \text{ m}$

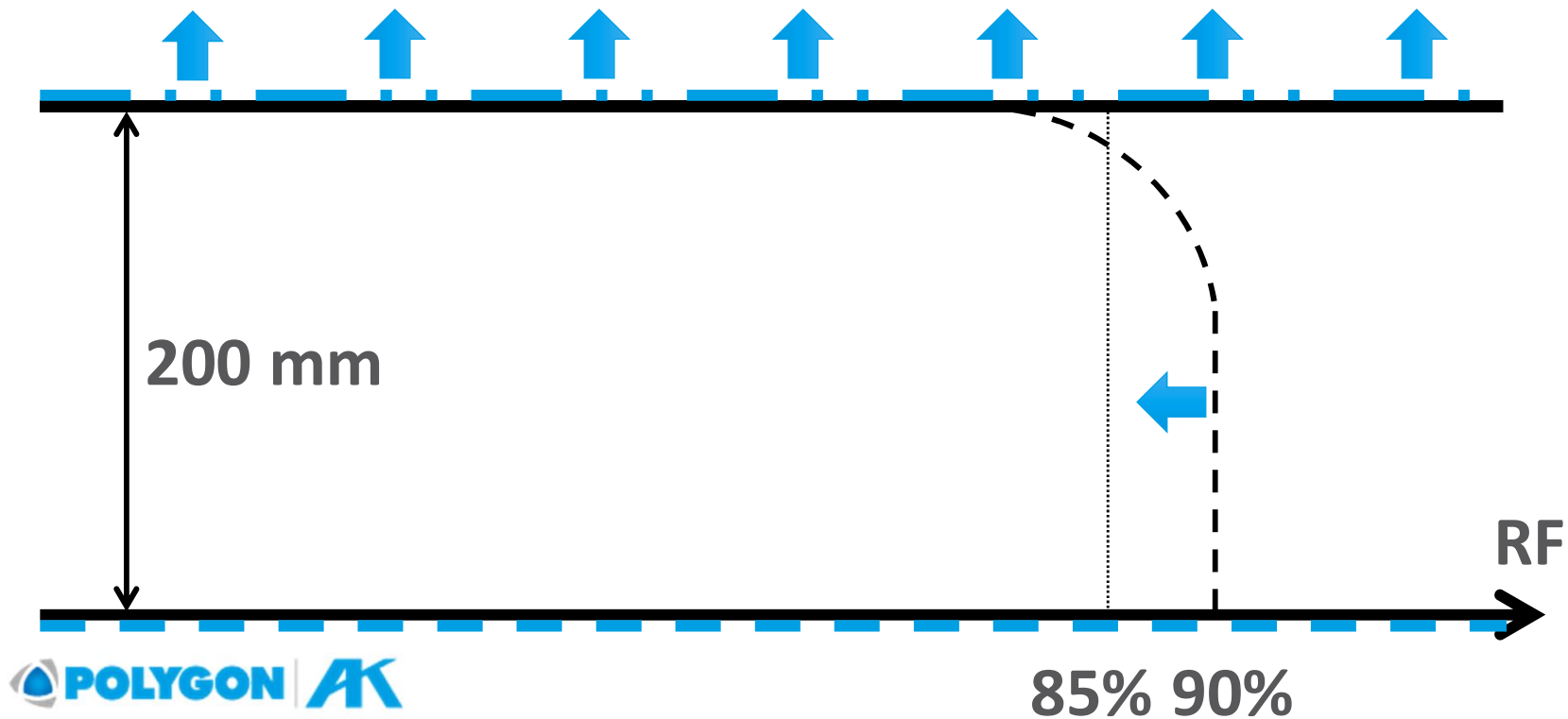


Uttorkning genom diffusionsöppna ytskiktet samtidigt som fuktomfördelning

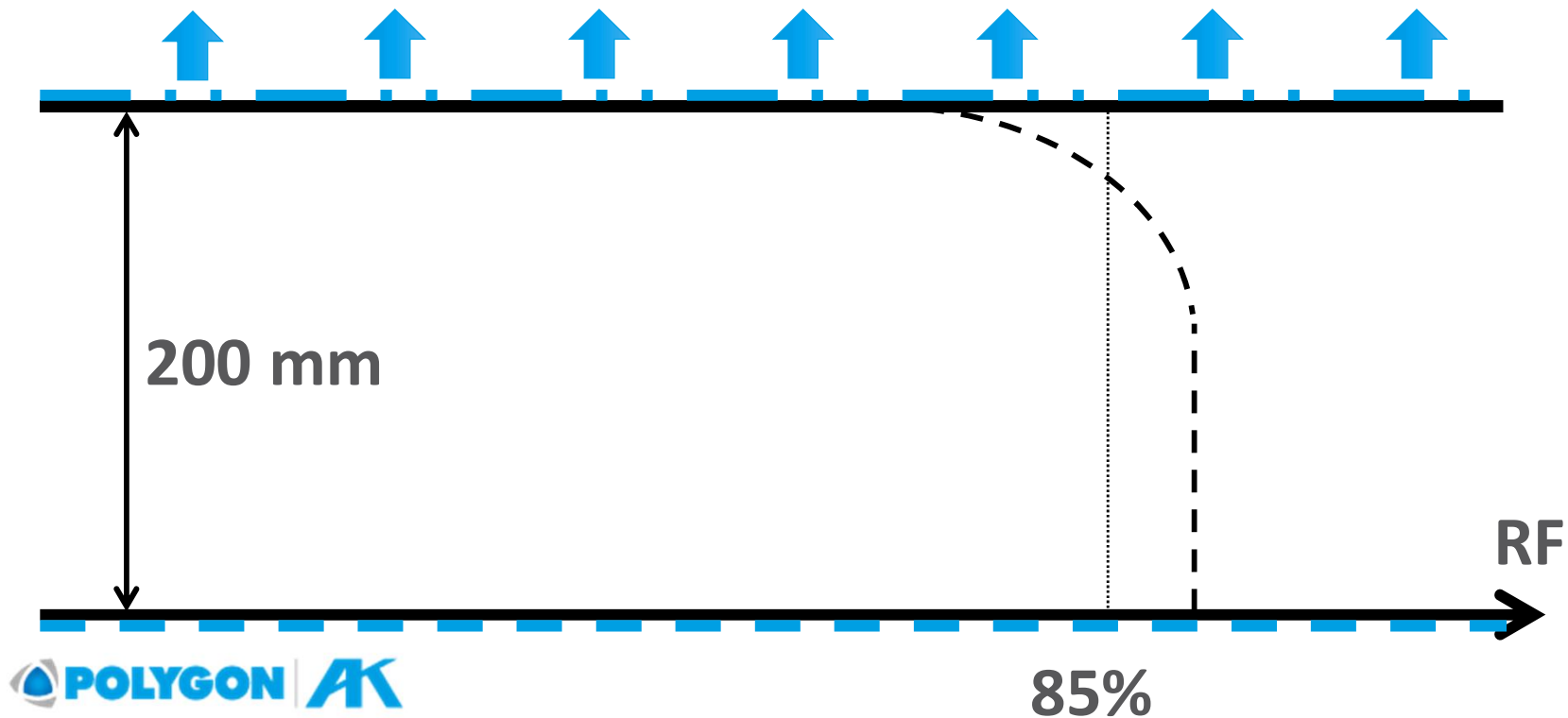
Diffusionsöppen golvbeläggning → $S_d = 0,2 \text{ m}$



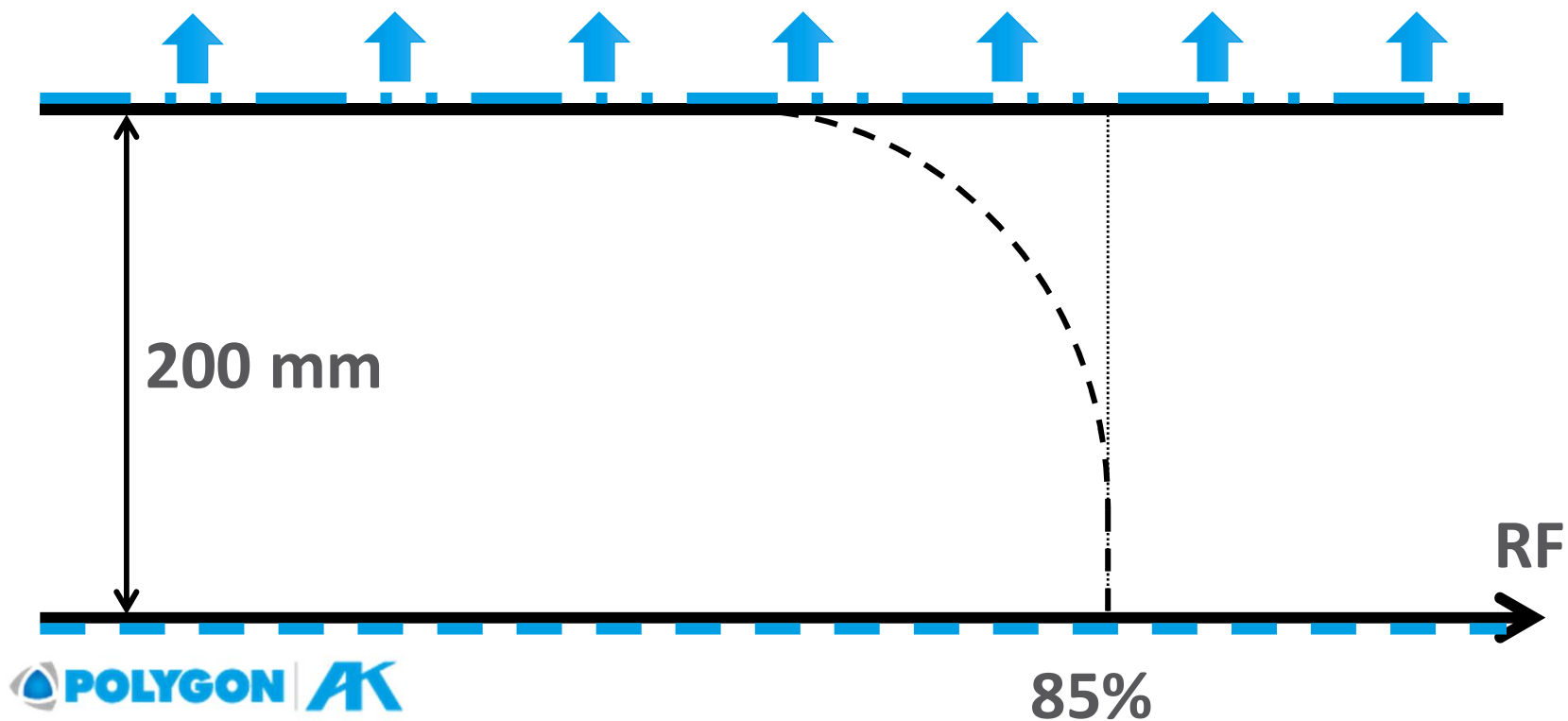
Uttorkning genom diffusionsöppna ytskiktet samtidigt som fuktomfördelning



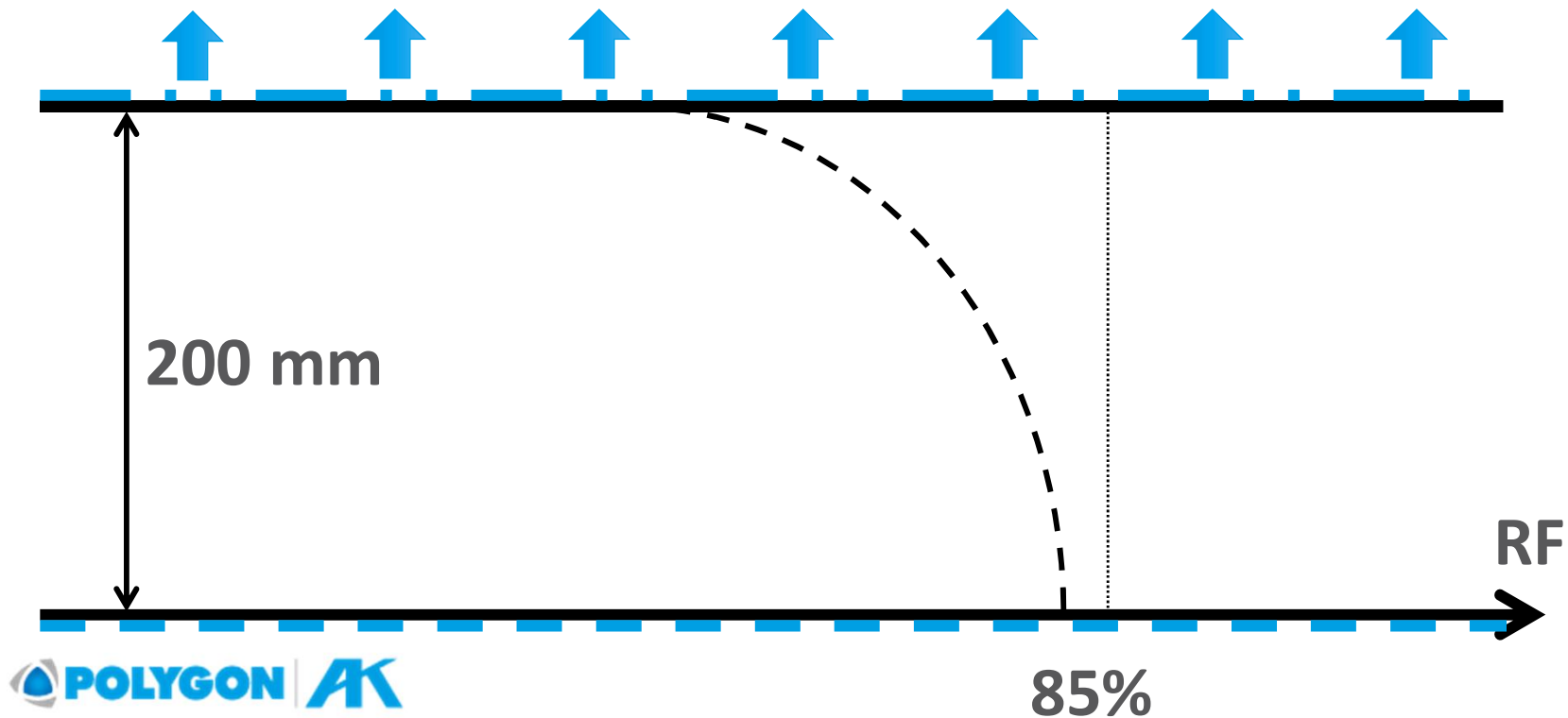
Uttorkning genom diffusionsöppna ytskiktet samtidigt som fuktomfördelning



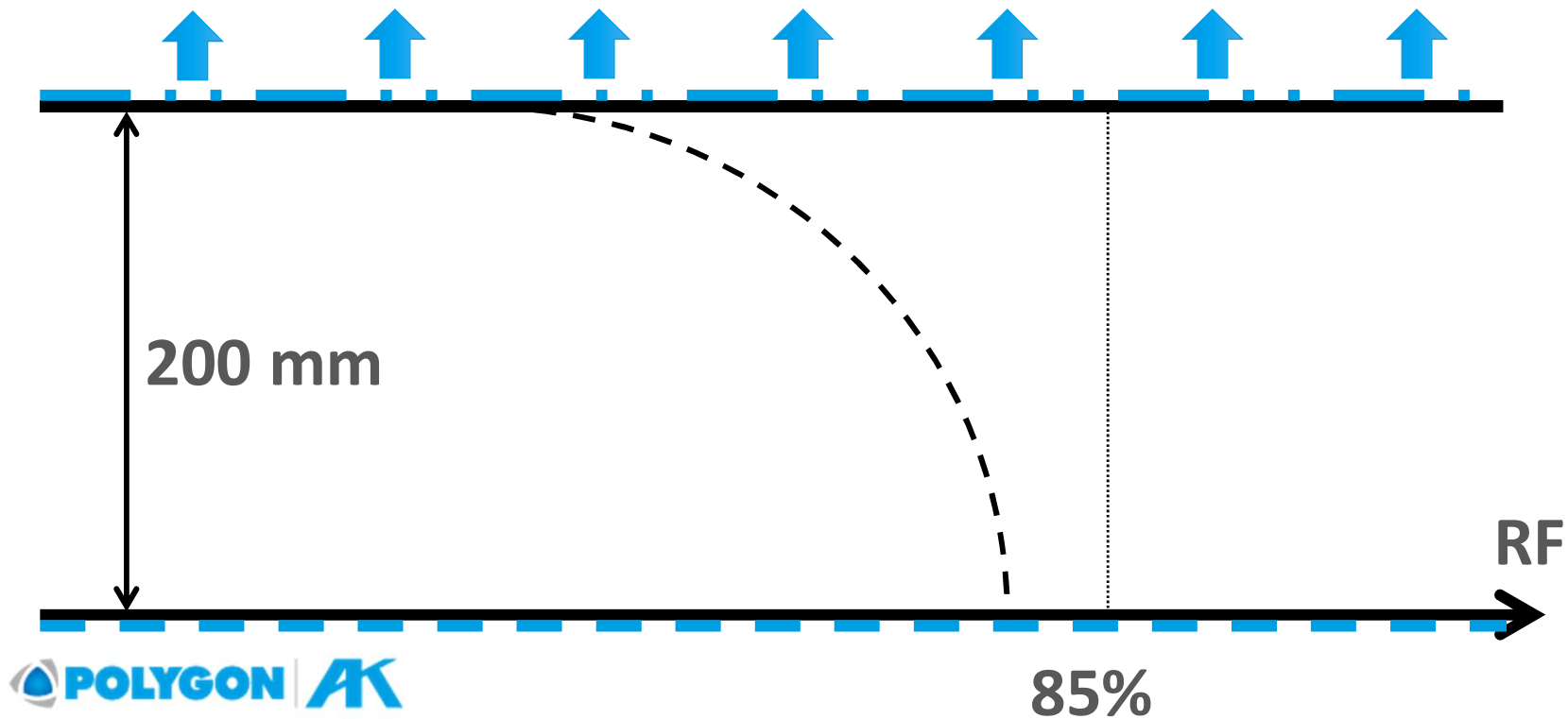
Uttorkning genom diffusionsöppna ytskiktet samtidigt som fuktomfördelning



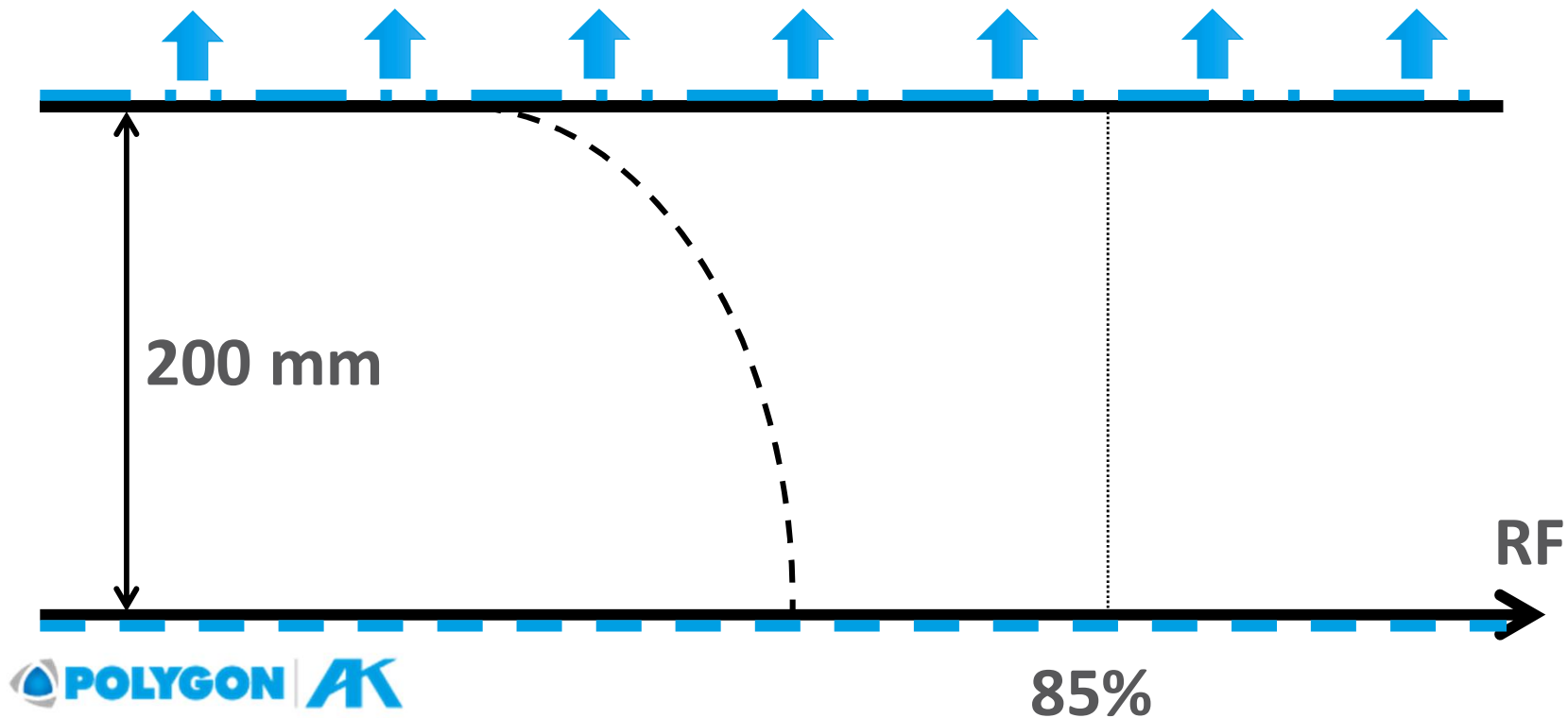
Uttorkning genom diffusionsöppna ytskiktet samtidigt som fuktomfördelning



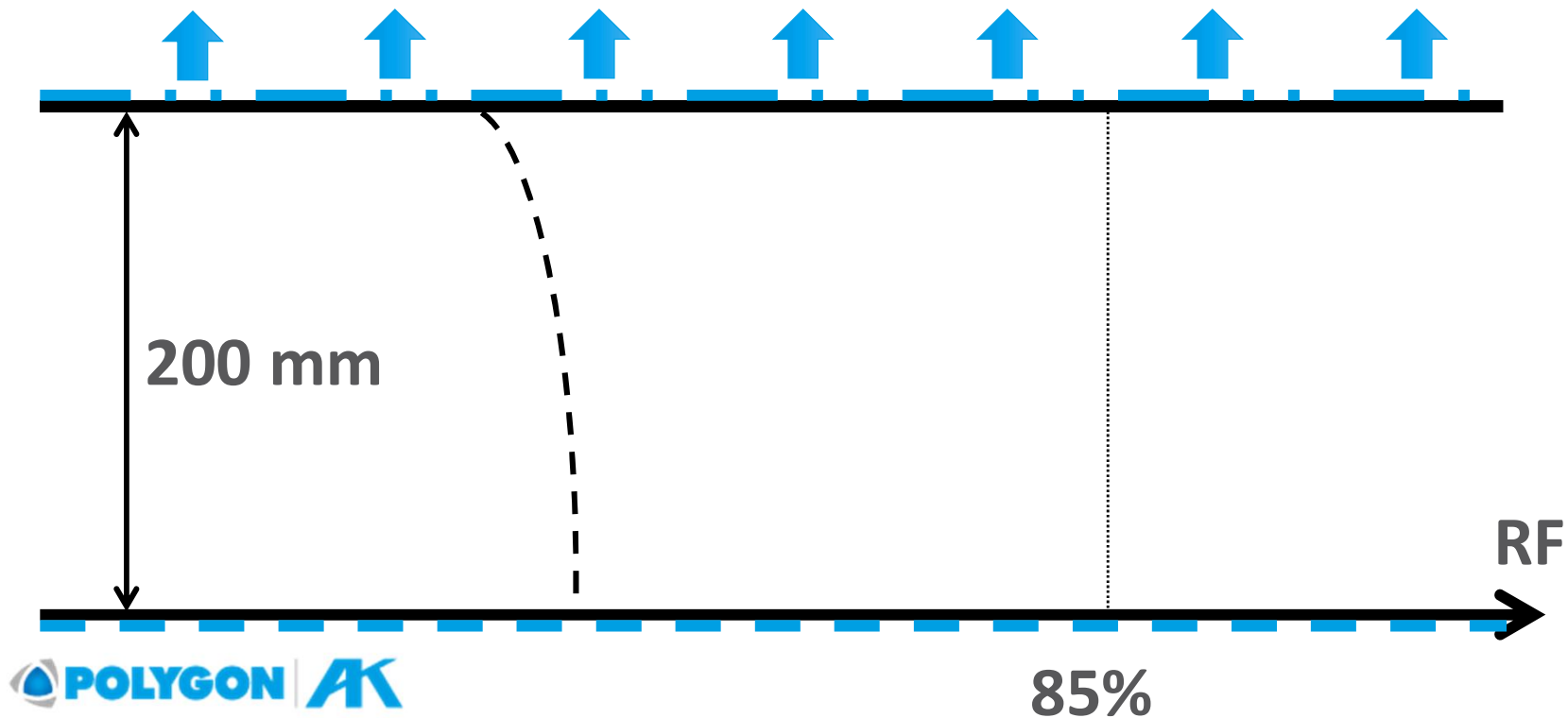
Uttorkning genom diffusionsöppna ytskiktet samtidigt som fuktfördelning



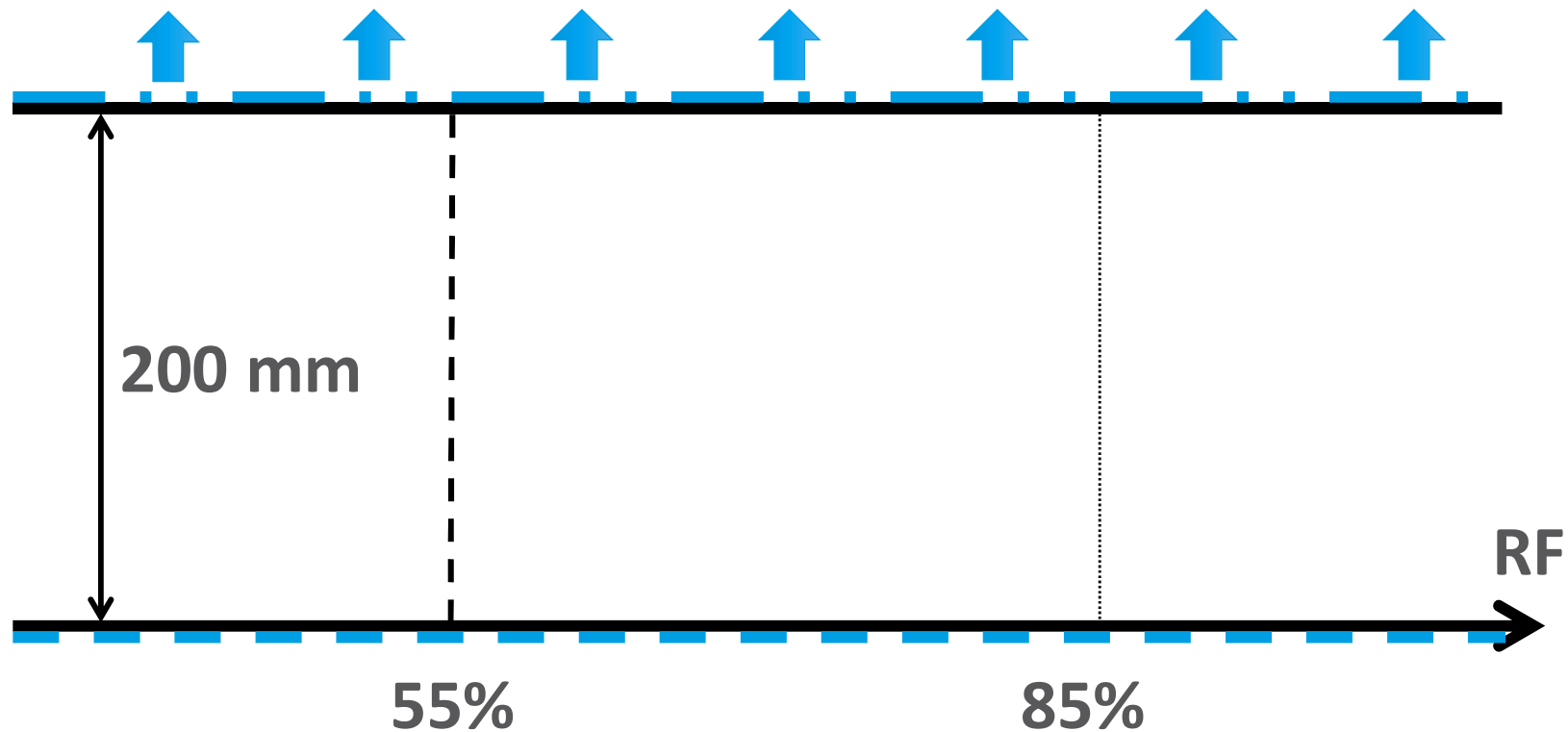
Uttorkning genom diffusionsöppna ytskiktet samtidigt som fuktomfördelning



Uttorkning genom diffusionsöppna ytskiktet samtidigt som fuktomfördelning

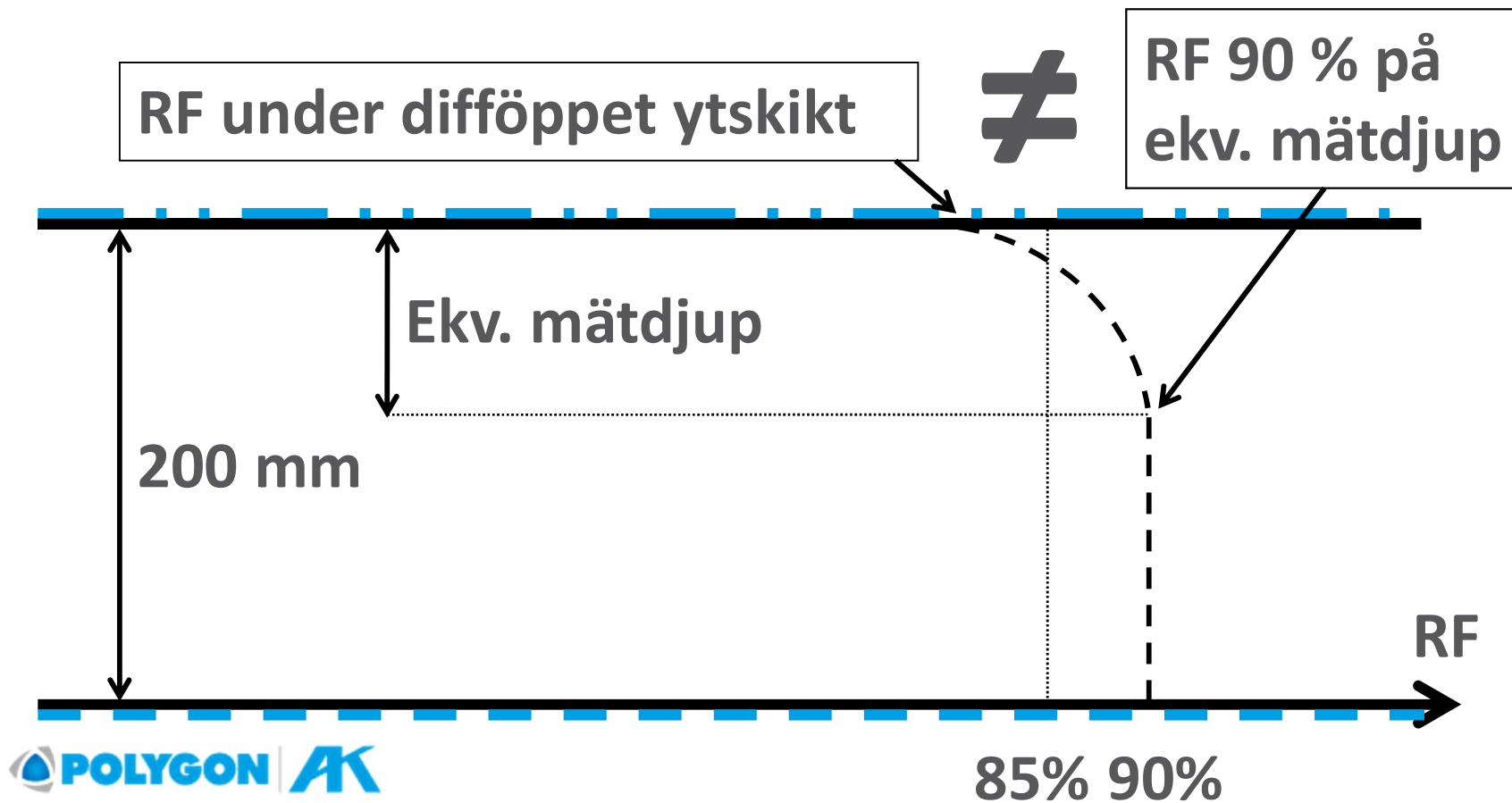


Uttorkning genom diffusionsöppna ytskiktet samtidigt som fuktomfördelning



Felaktigt ansatt hösta tillåtna RF





Beroende på initial fuktprofil kan
RF under difföppet ytskikt \lll RF på ekv mätdjup



Vi har vid granskning noterat att “fuktsakkunniga” blandar ihop RF under ytskikt och på ekvivalent mätdjup



RF under difföppet ytskikt

=

RF 90 % på ekv. mätdjup



Ekv. mätdjup

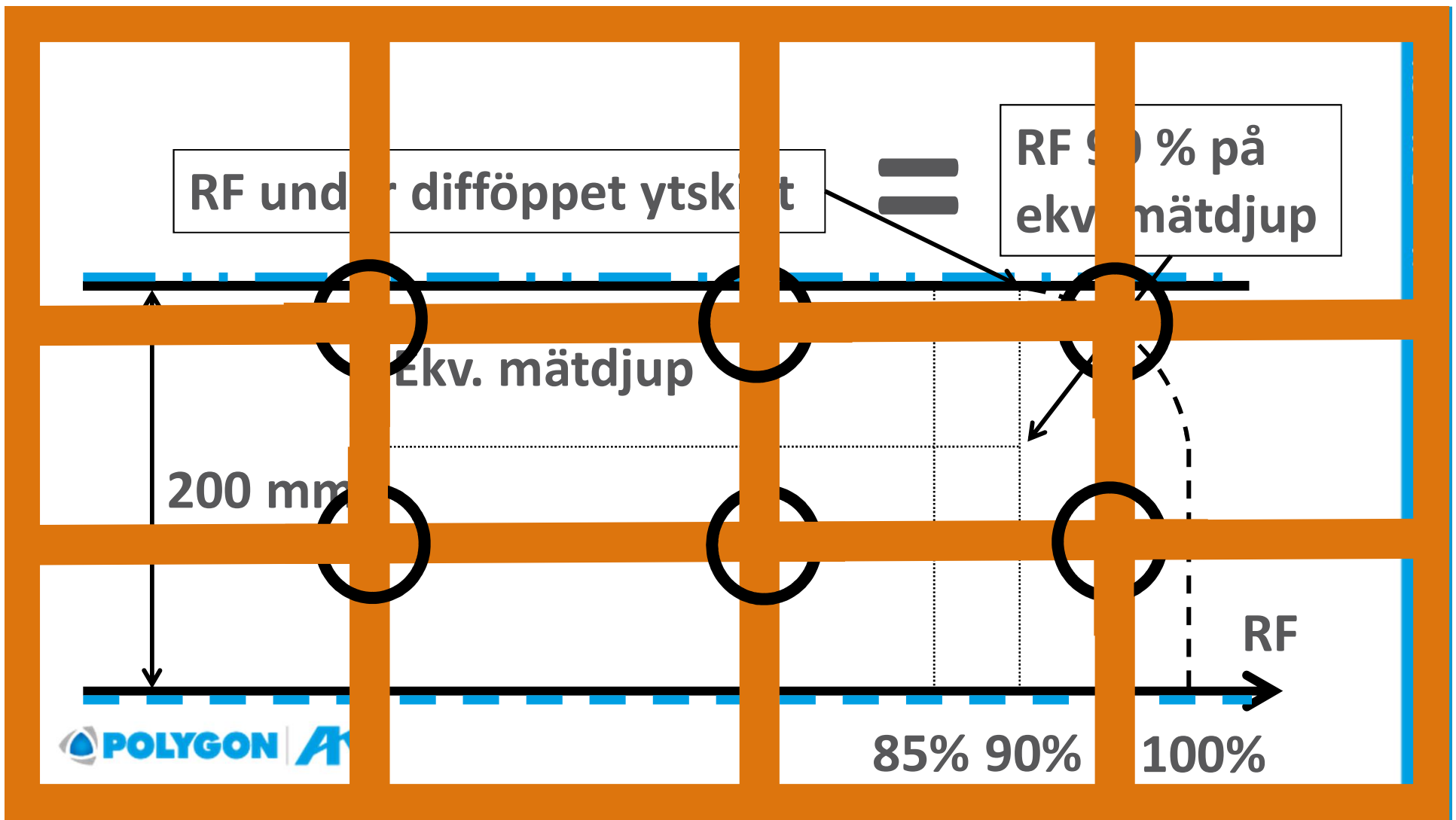
200 mm



POLYGON | A

85% 90% 100%

RF



“Nya” Hösta tillåtna RF

Under ytskiktet med omfördelningsberäkning

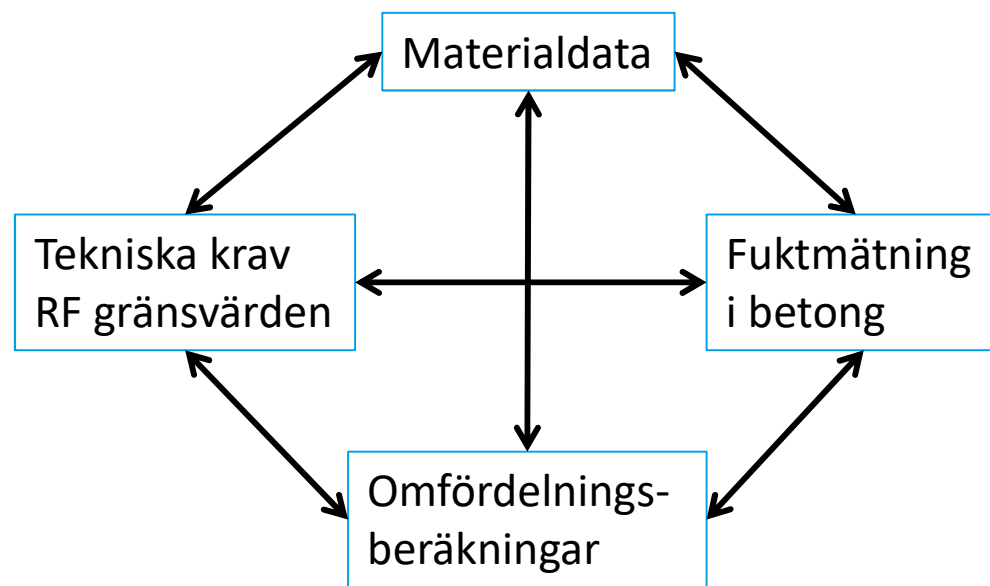
- Plastmattor – Lim 85% ?
- Textilmattor – Lim 85% ?
- Linoleummattor – Lim 85% ?
- Icke dispersionslimmer – 90% ?
- Parkettgolv högsta tillåtna RF – 60%, 65%, 75% ?

- Max tid att överskrida högsta tillåtna RF
 - 1 månad?
 - 3 månader?
 - 6 månader?
 - 12 månader?

Agenda

- Historik
- Högsta tillåtna RF
- Vad är omfördelningsberäkningar?
- Omfördelningsberäkningar Projektering
- Omfördelningsberäkningar Produktion
- "Nya" högsta tillåtna RF
- **Beroenden, samband och samspel**
- Beräkningsexempel

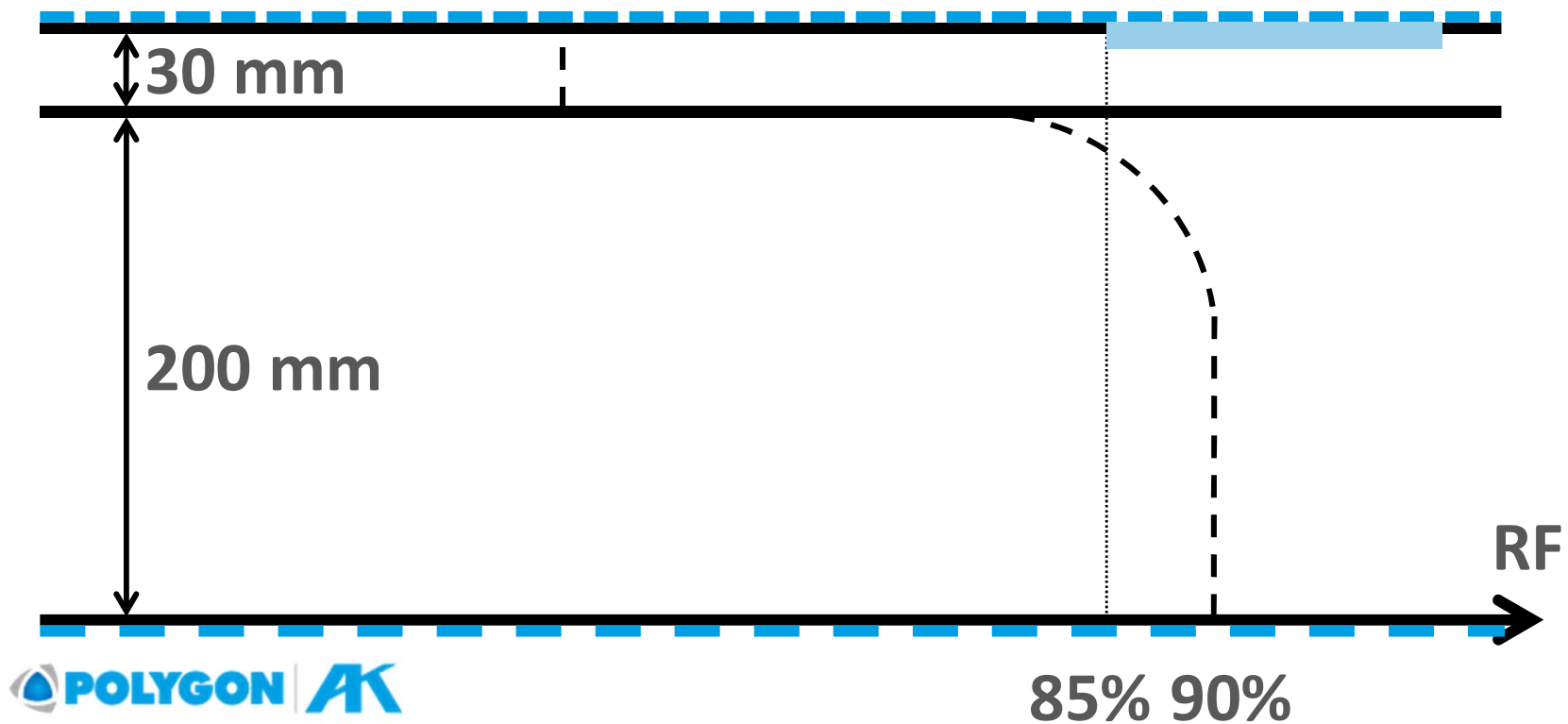
Beroenden, samband och samspel



Agenda

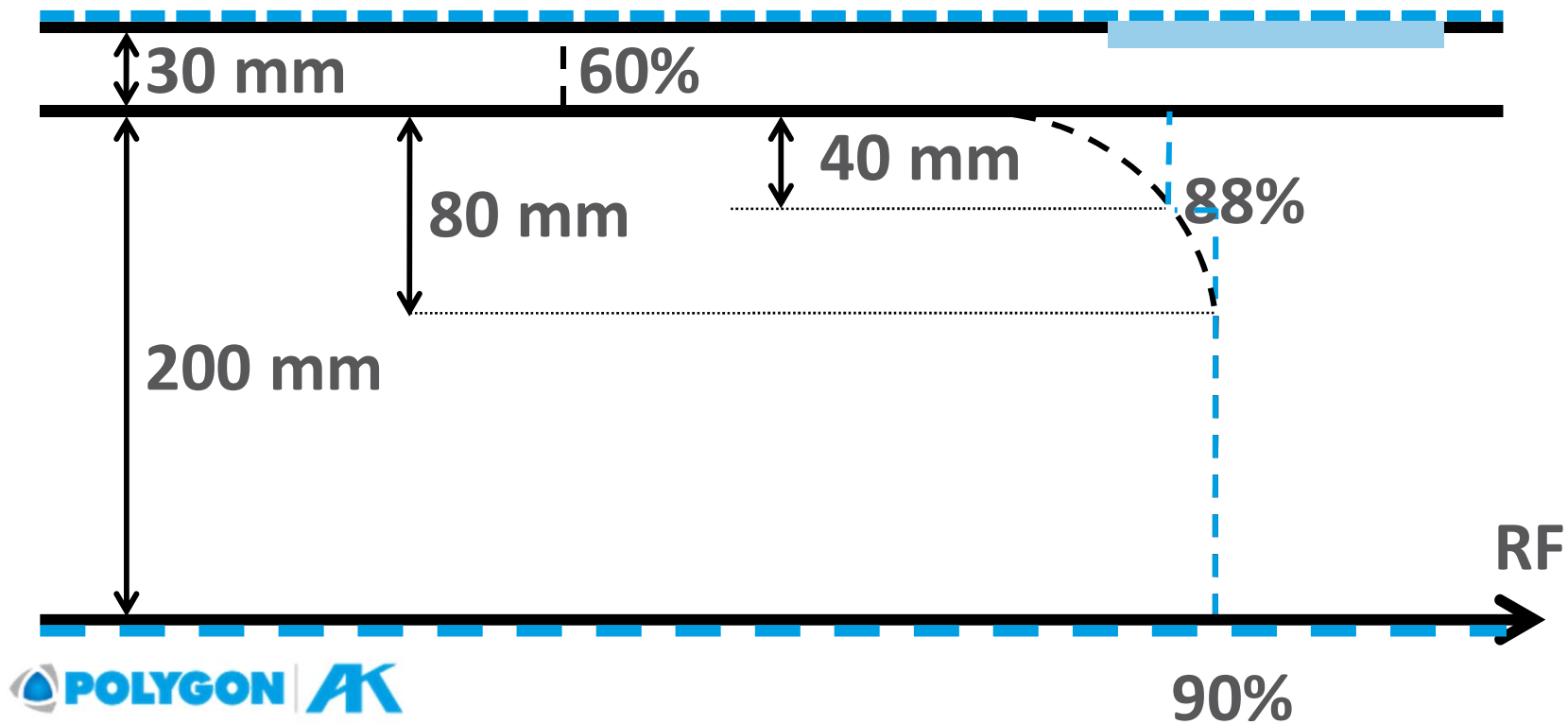
- Historik
- Högsta tillåtna RF
- Vad är omfördelningsberäkningar?
- Omfördelningsberäkningar Produktion
- "Nya" högsta tillåtna RF
- Beroenden, samband och samspel
- **Beräkningsexempel**

Exempel omfördelningsberäkning

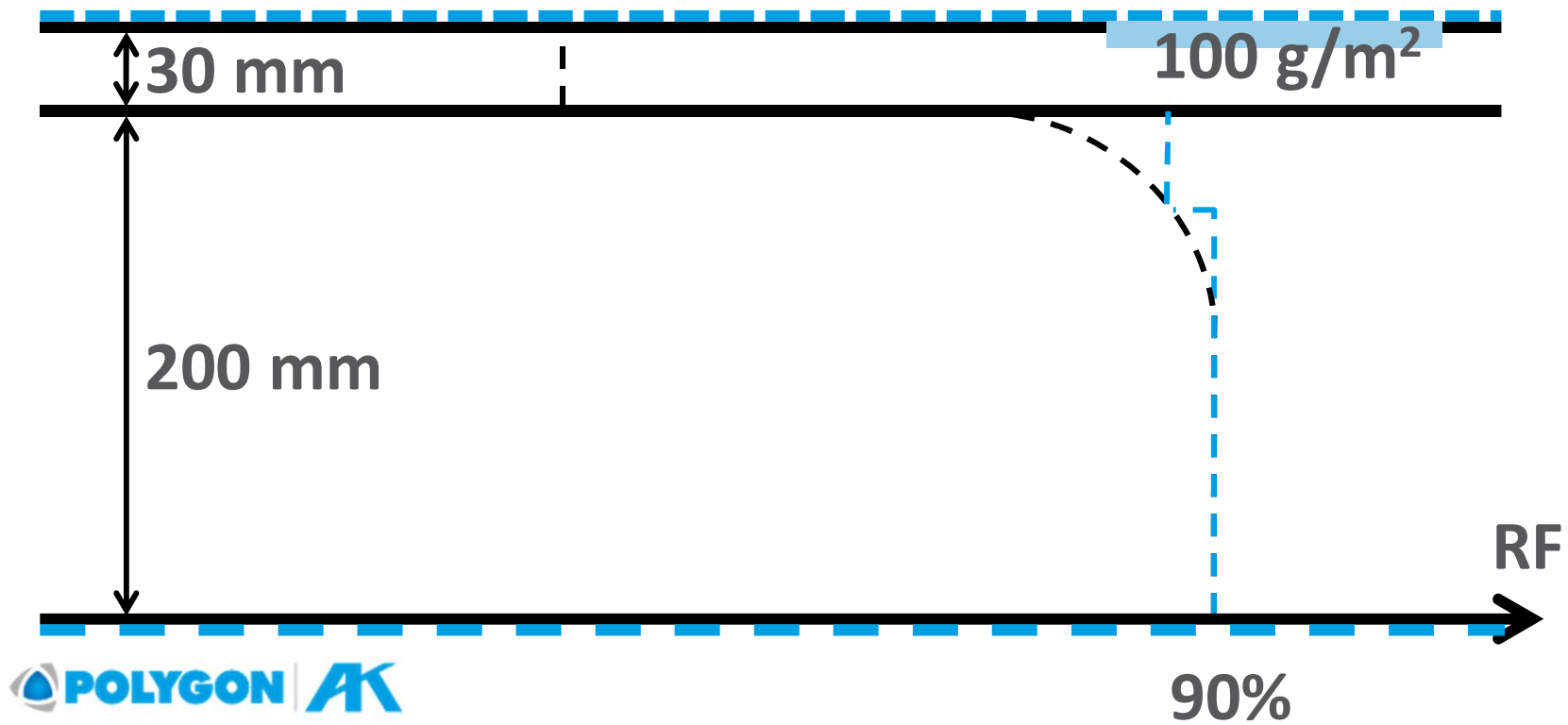


Exempel omfördelningsberäkning = basfall

Ytskikt → $S_d = 50$ m

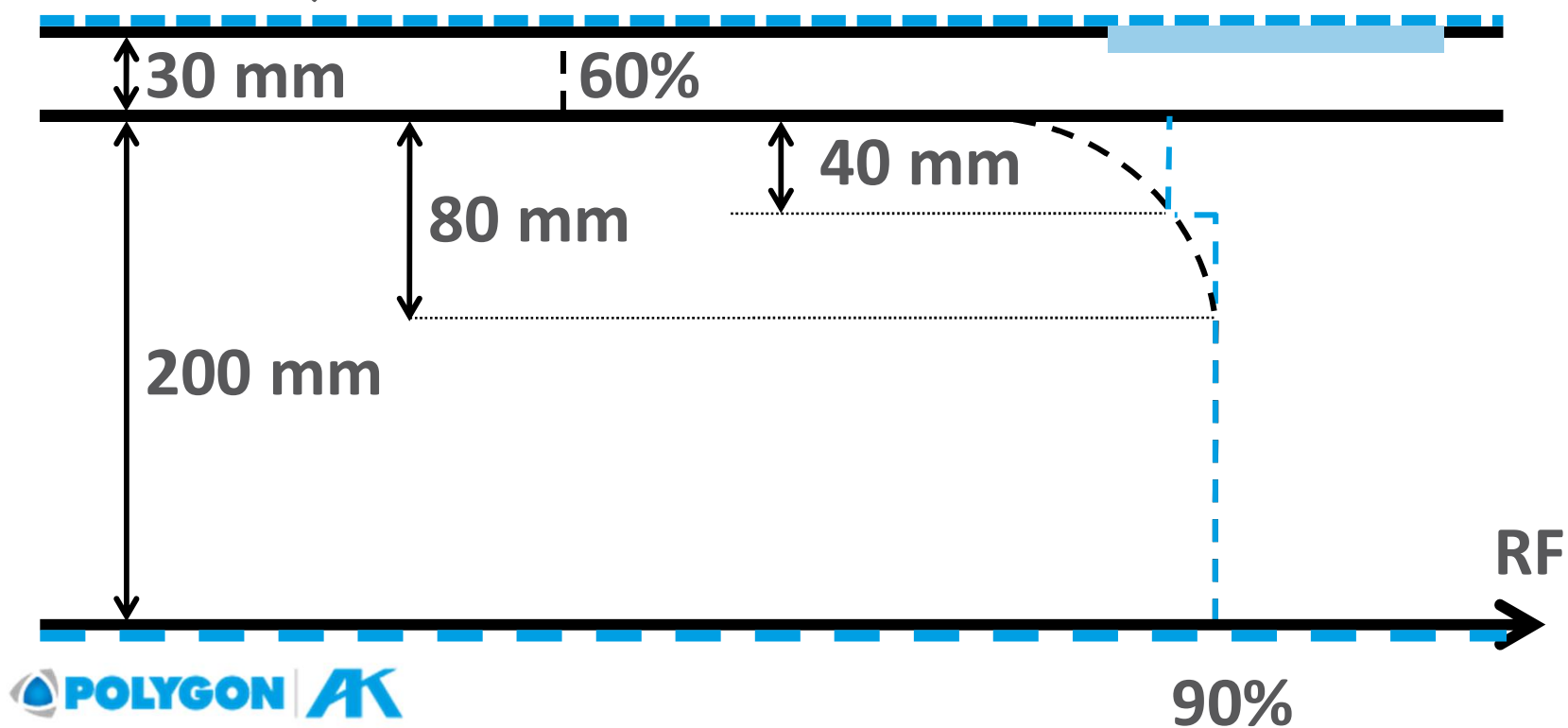


Limfukt



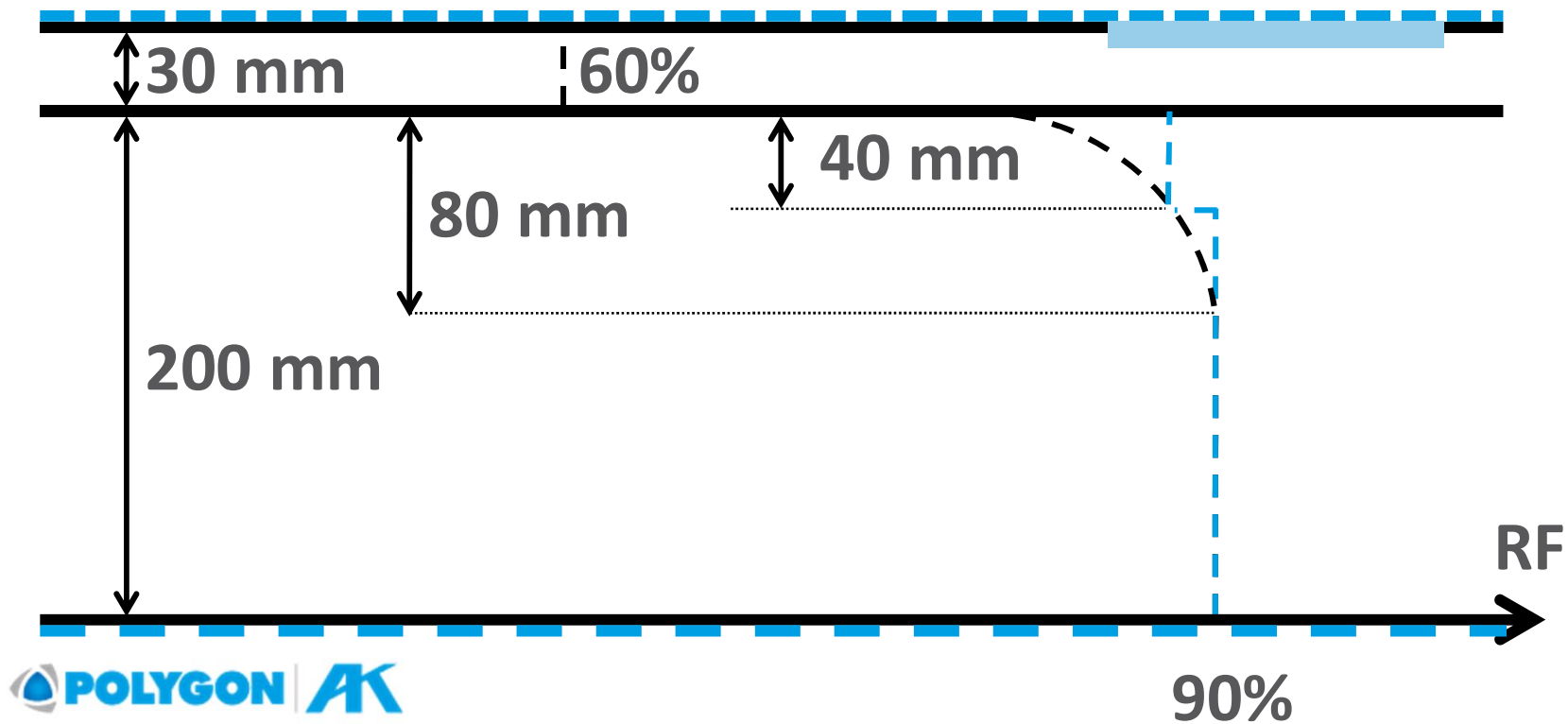
Betydelse av förenklad fuktprofil?

Ytskikt → $S_d = 50 \text{ m}$



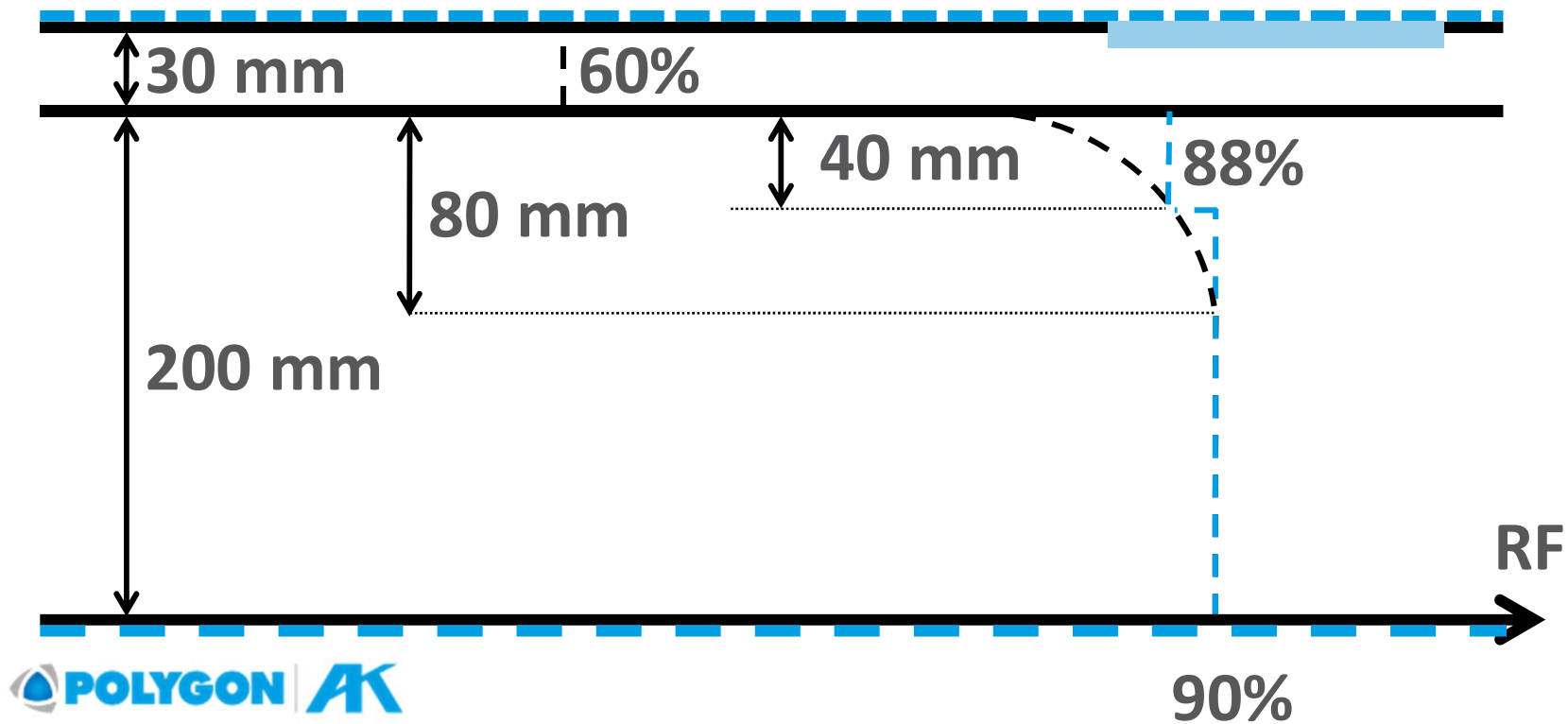
Sätt att hantera osäkerheter med säkerhetsmarginal

Ytskikt → $S_d = 50$ m



Exempel omfördelningsberäkning = basfall

Ytskikt → $S_d = 50$ m



Exempel omfördelningsberäkning

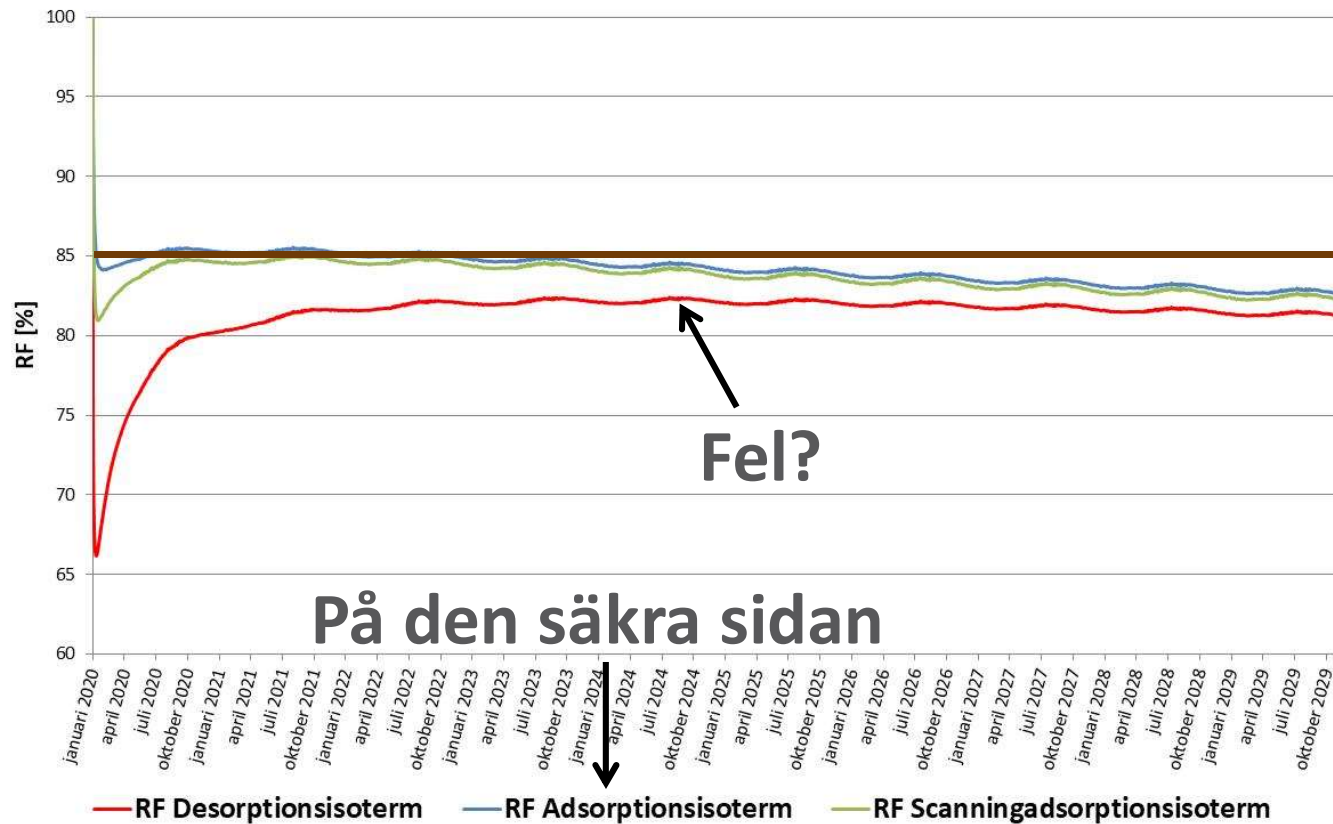
- Golvbeläggning/ ytskikt, $S_d = 50$ m
- Limfukt 100 g/m^2 , applicerat i 1 mm avjämningsmassa
- 30 mm Avjämningsmassa (Anderberg)
 - Desorptionsisoterm
 - Absorptionsisoterm
 - Sorptionsisotemer scanning/ hysteres 60%
- 200 mm Betong vct 0,4 (Hedenblad)
 - 0 – 40 mm RF 88% - justerat genom vatteninnehåll
 - 40 – 200 mm RF 90% - justerat genom vatteninnehåll
- Tät kvarsittande form $S_d = 1500$ m

Rätt och fel sorptionsisoterm (avjämningsmassa)

- Desorptionsisoterm
- Absorptionsisoterm
- Scanningabsorption
- Scanningdesorption

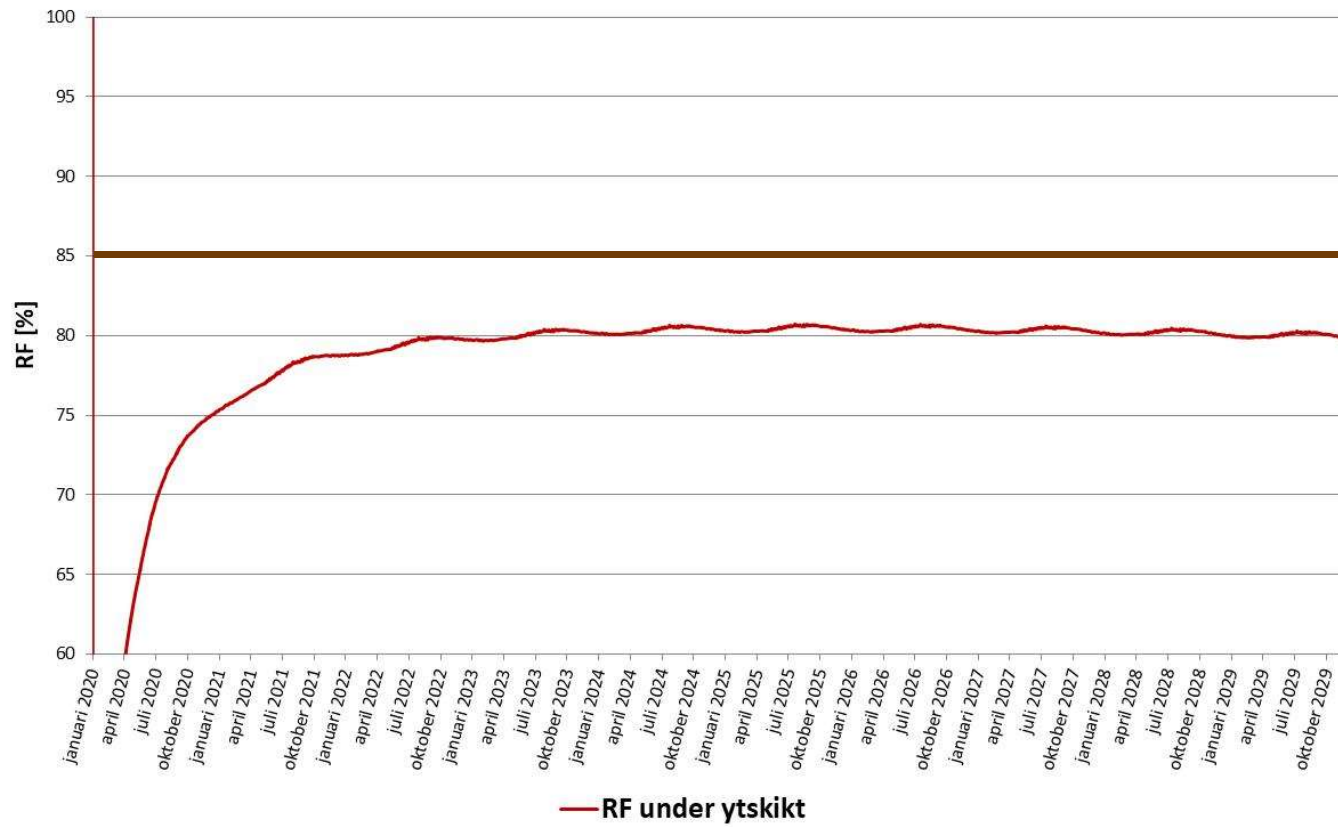
RF under ytskikt beräknat med olika sorptionsisotermer

Beräknat RF under ytskikt med desorption-, adsorption och scanningisoterm



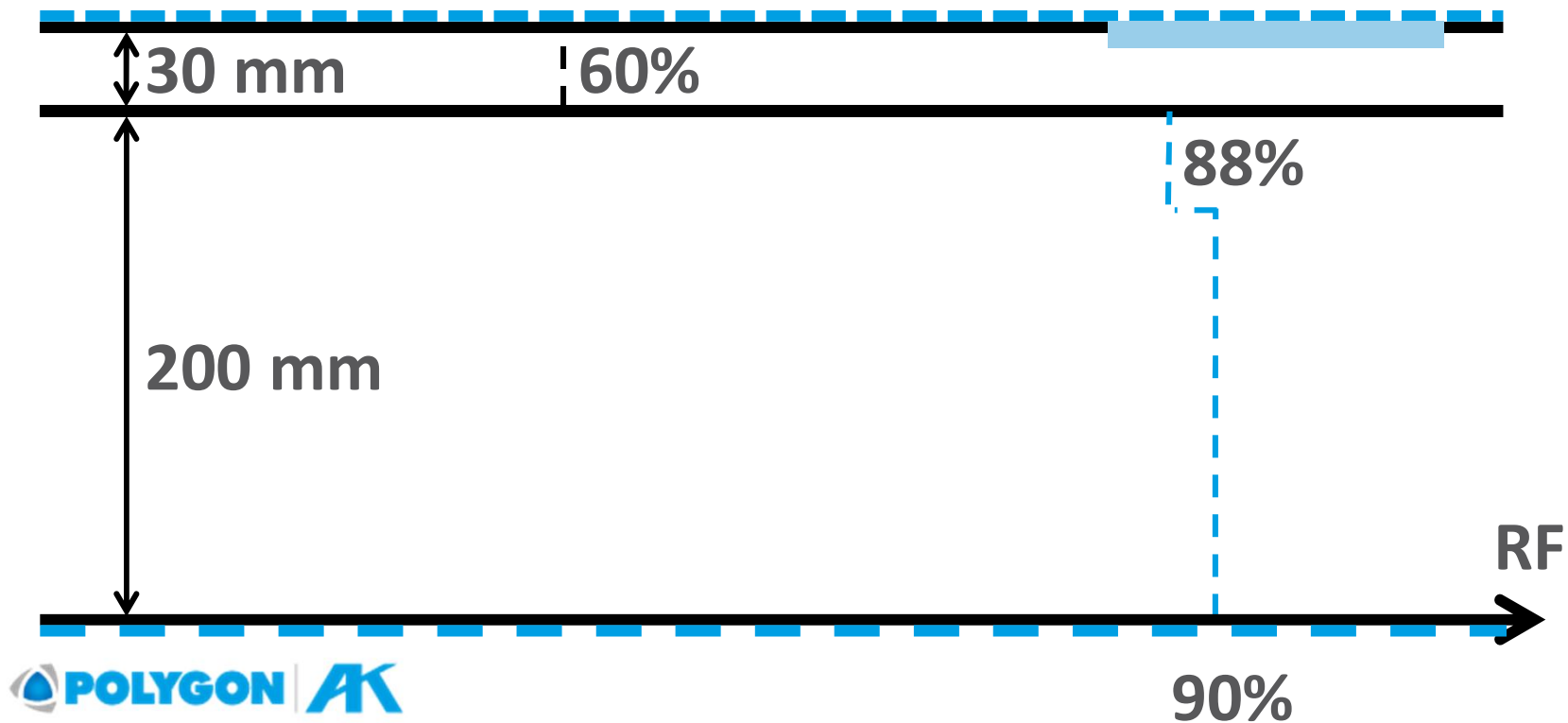
RF under ytskikt beräknat med felaktig materialdata

Beräknat RF under ytskikt med fel materialdata och fel initialt vatteninnehåll



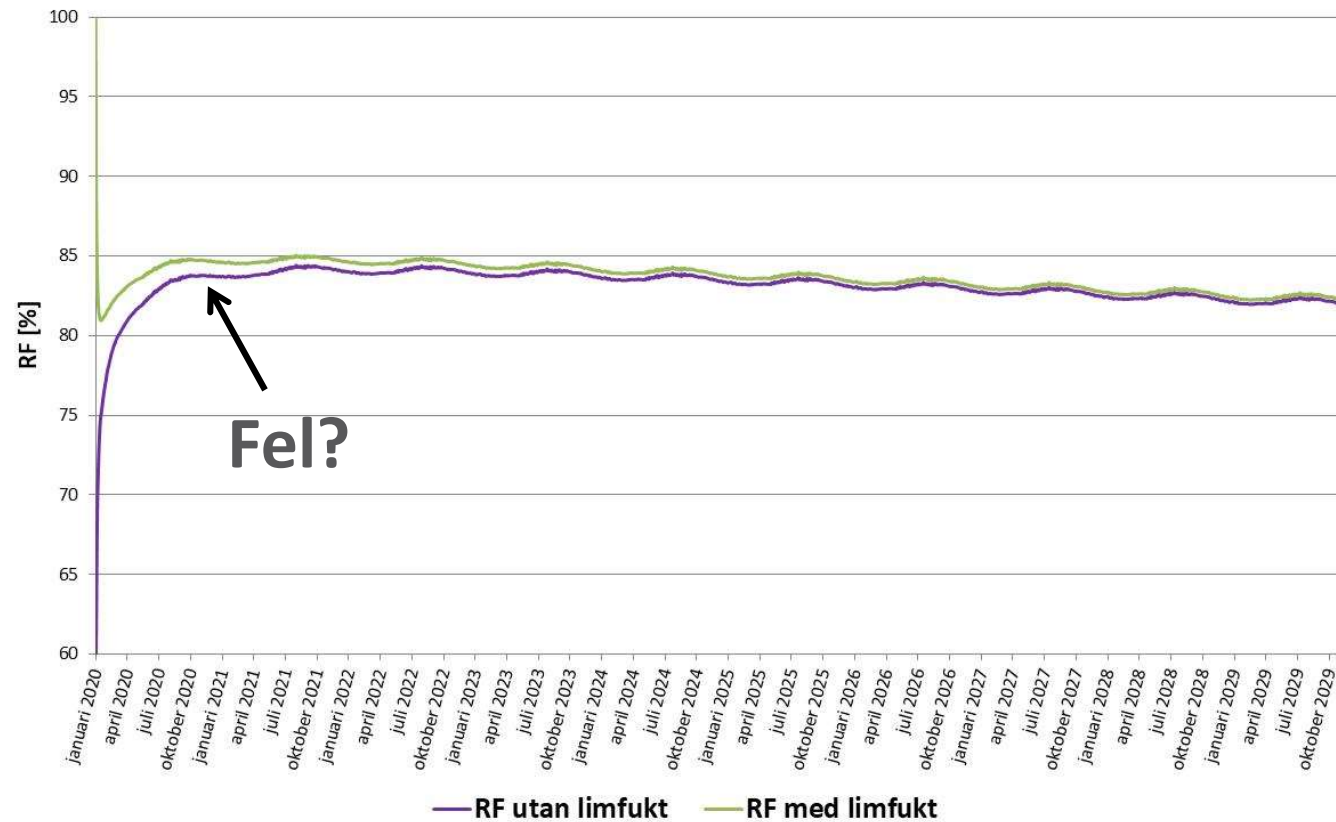
RF under ytskikt med och utan beaktande av limfukt

Ytskikt → $S_d = 50 \text{ m}$



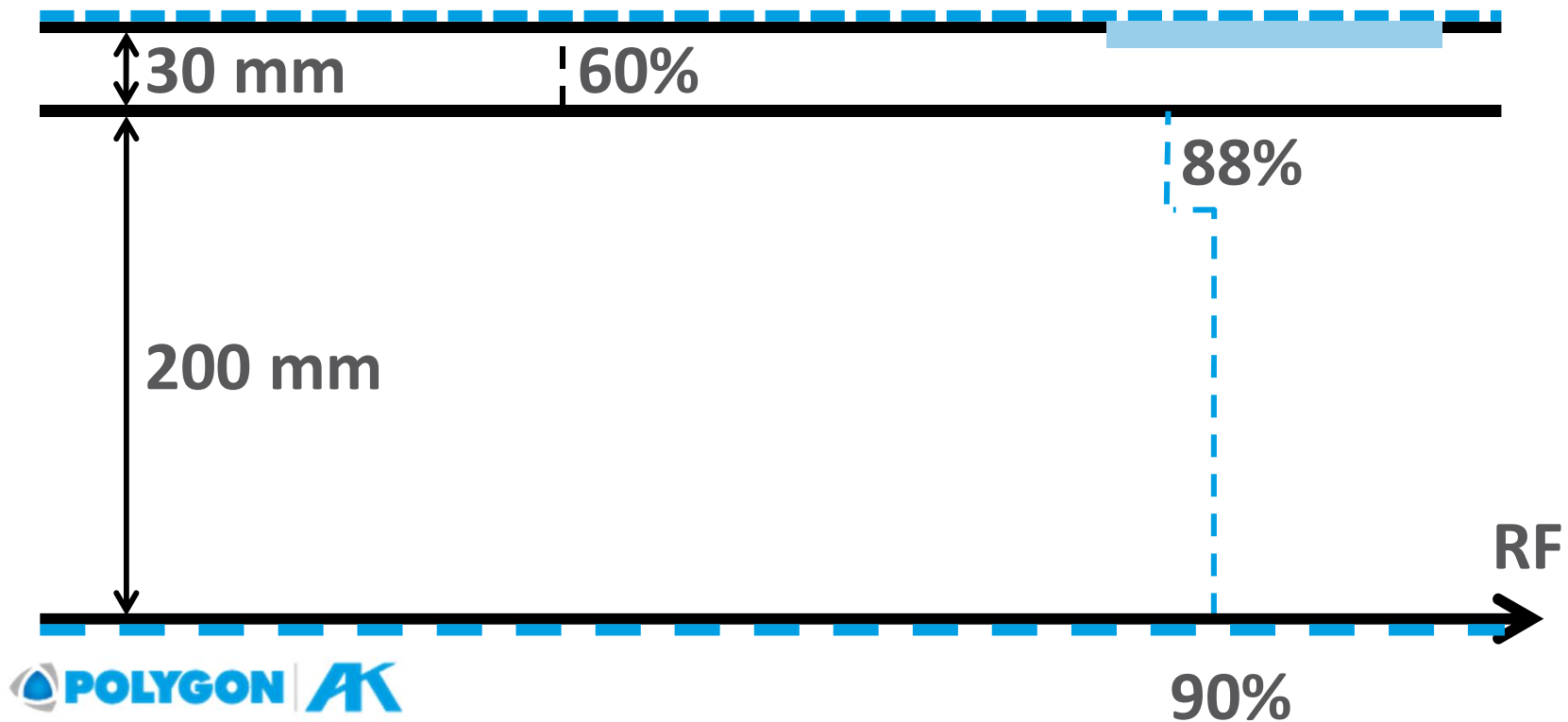
RF under ytskikt med och utan beaktade av limfukt

Beräknat RF under ytskikt med och utan limfukt



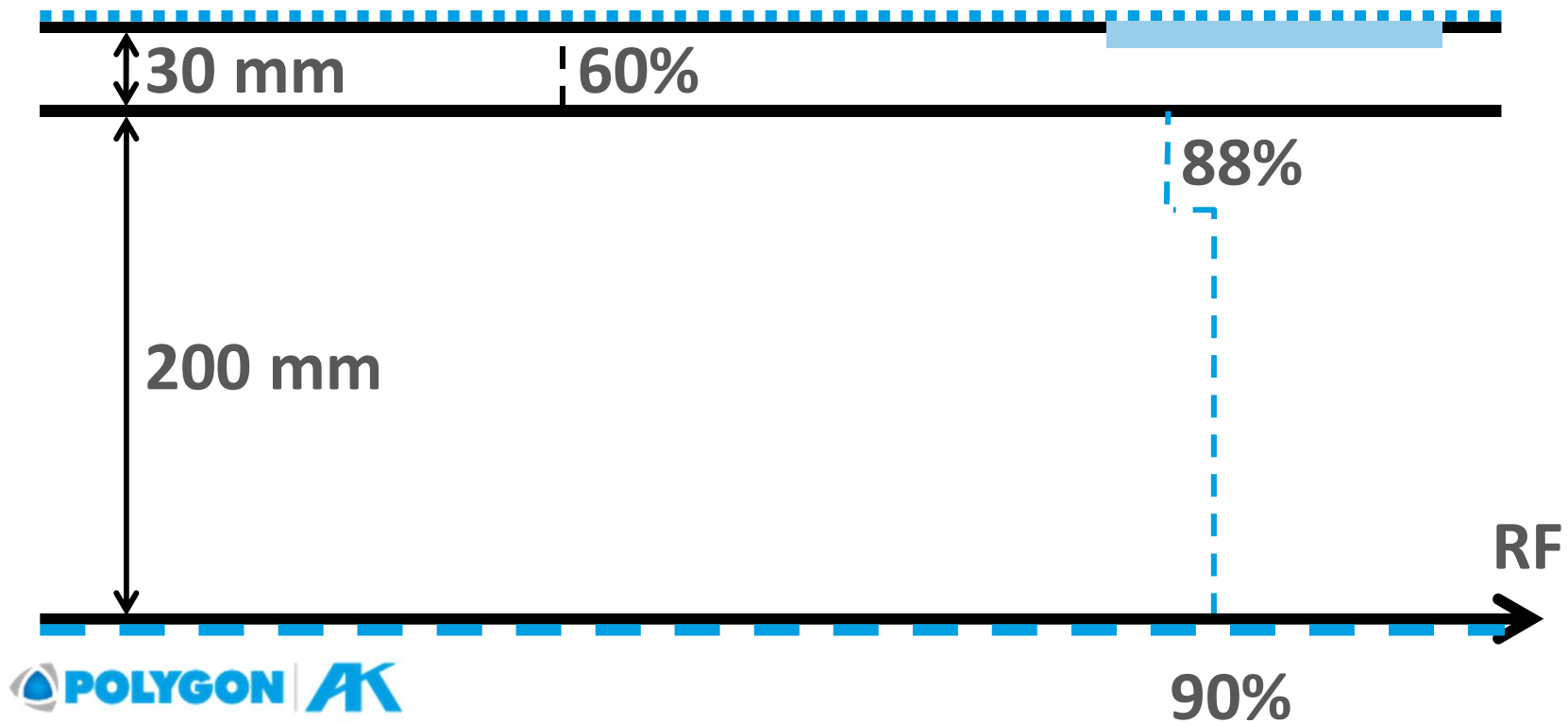
RF under ytskikt beroende av täthet på matta

Ytskikt → $S_d = 50 \text{ m}$



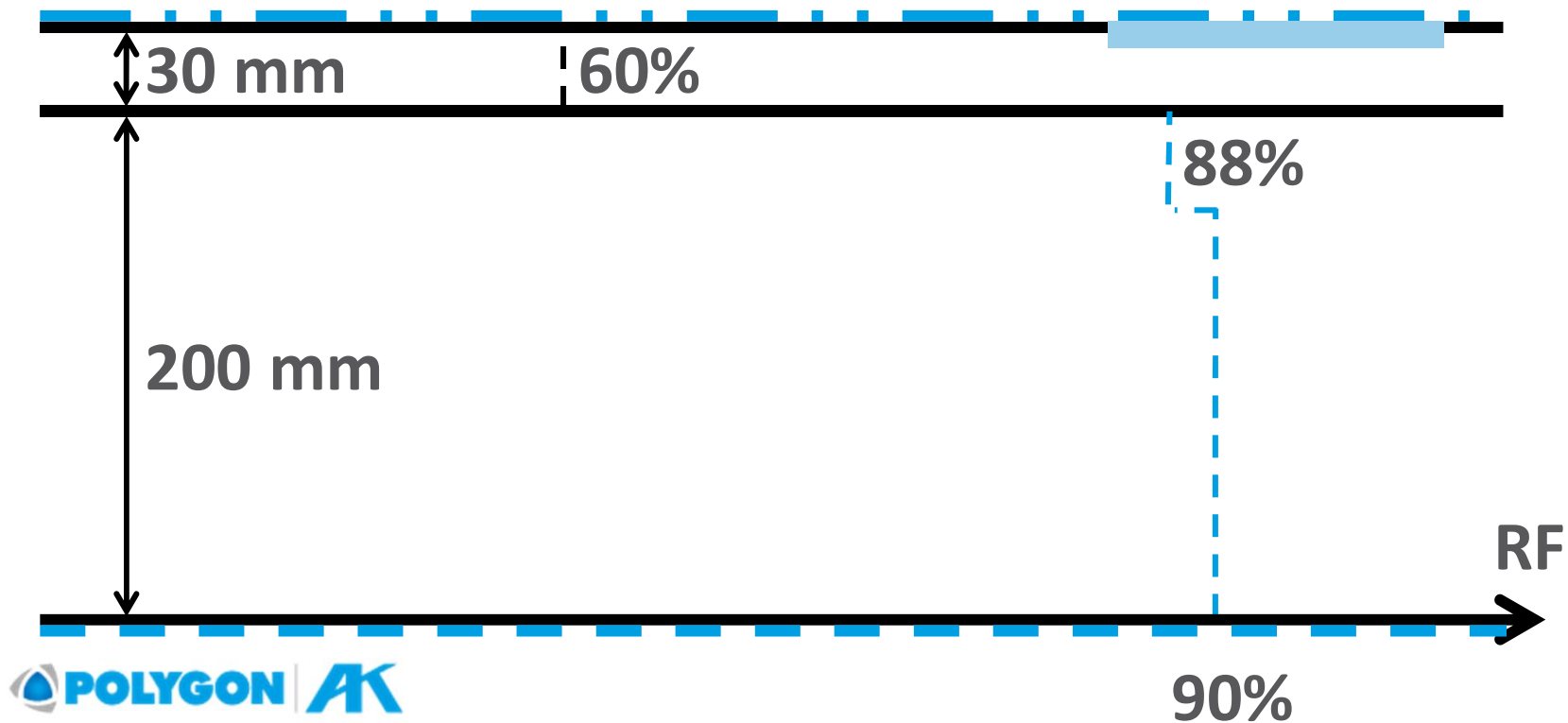
RF under ytskikt beroende av täthet på matta

Ytskikt → $S_d = 218 \text{ m}$



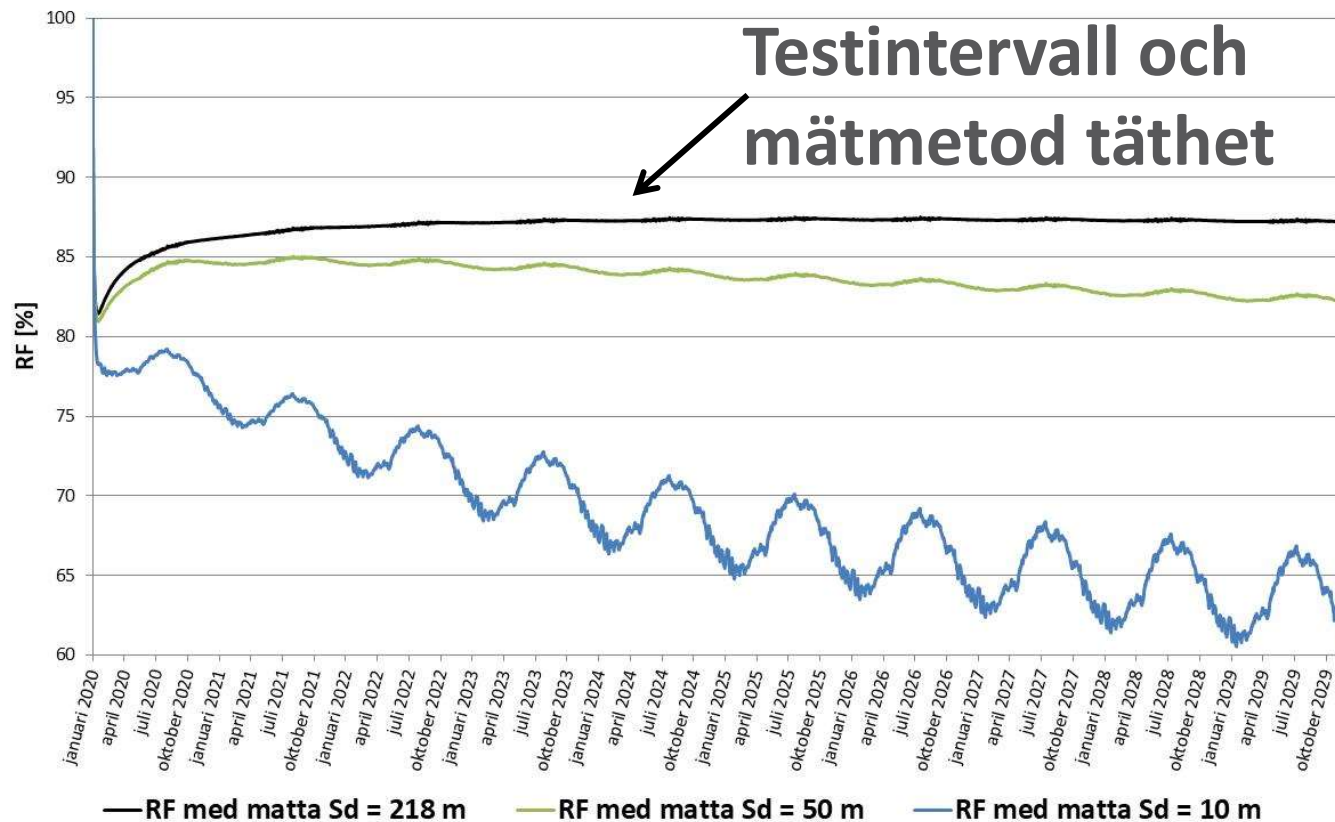
RF under ytskikt beroende av täthet på matta

Ytskikt → $S_d = 10 \text{ m}$



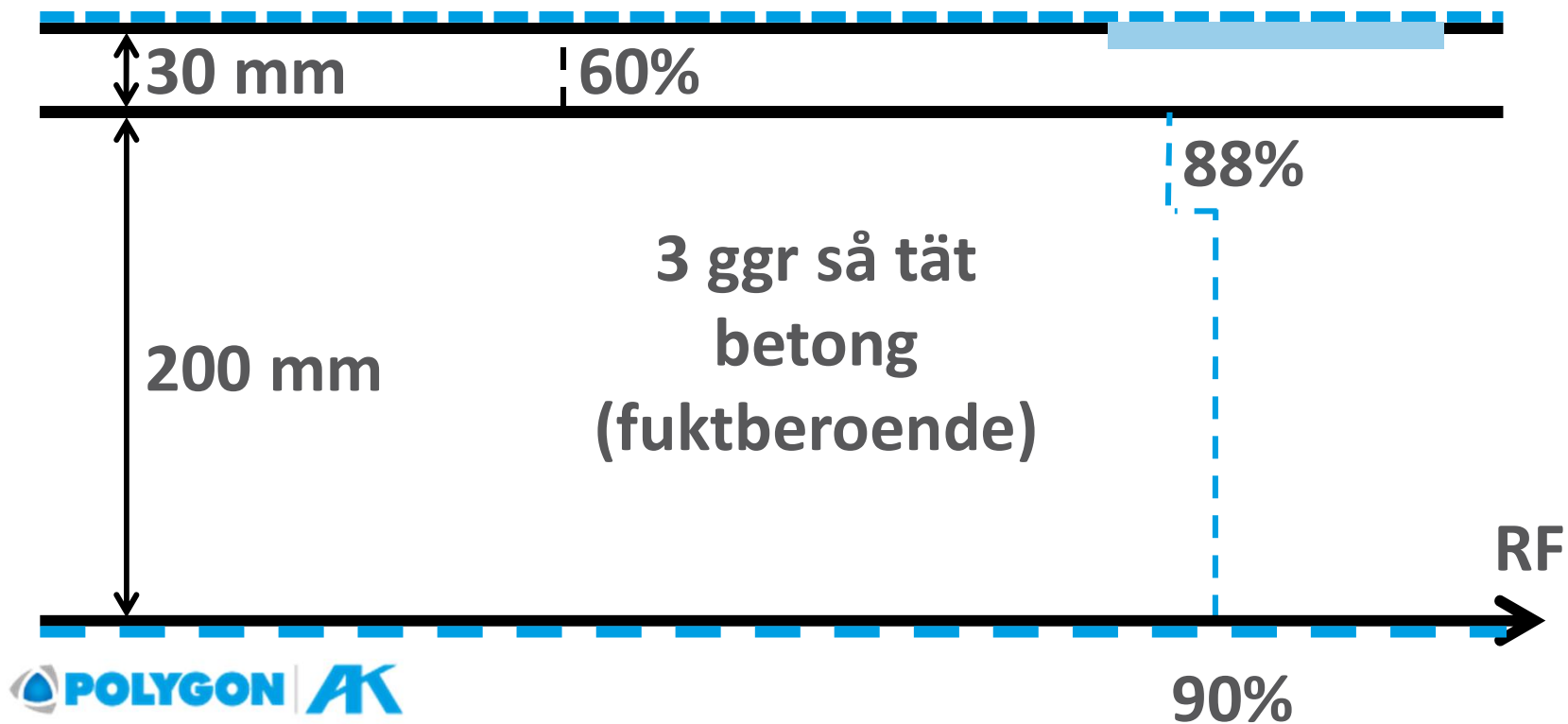
RF under ytskikt med och utan beaktade av limfukt

Beräknat RF under ytskikt olika täthet på matta (Sd = 218 m vs 50 m vs 10 m)



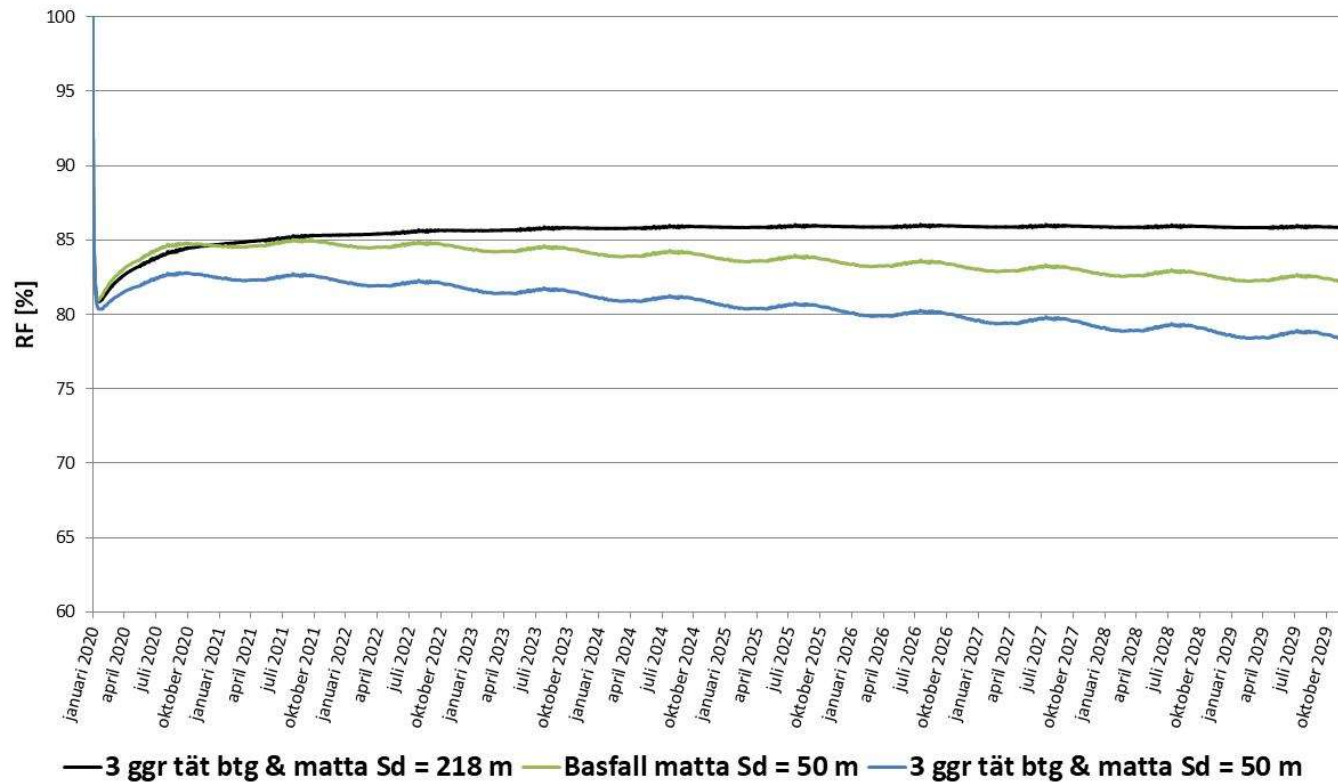
RF under ytskikt beroende av täthet betong

Ytskikt → $S_d = 50$ m



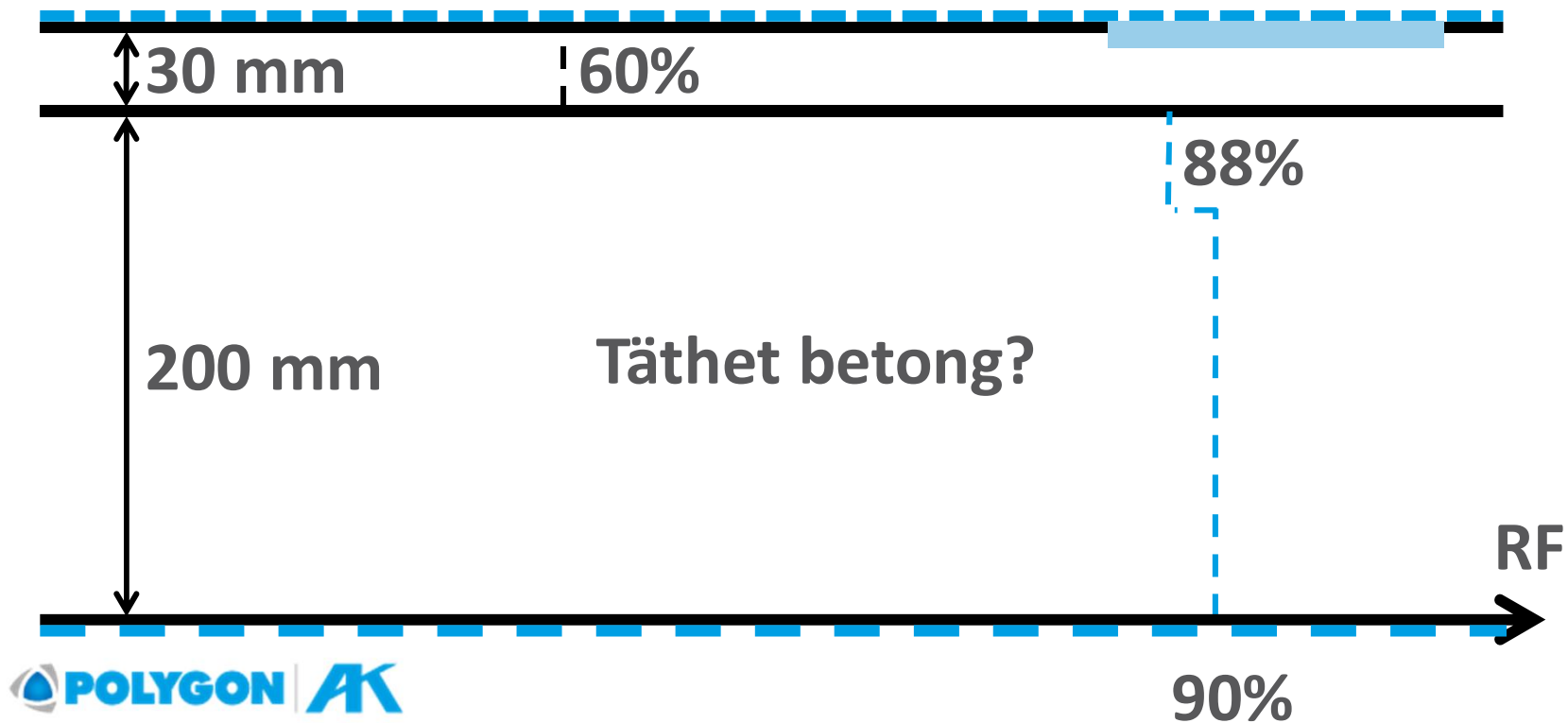
Täthet betong, 3 ggr tät betong jmf basfall och tät matta

Beräknat RF under ytskikt olika täthet på betong (3 ggr så tät) och olika täthet på matta (Sd = 218 m vs 50 m vs 10 m)



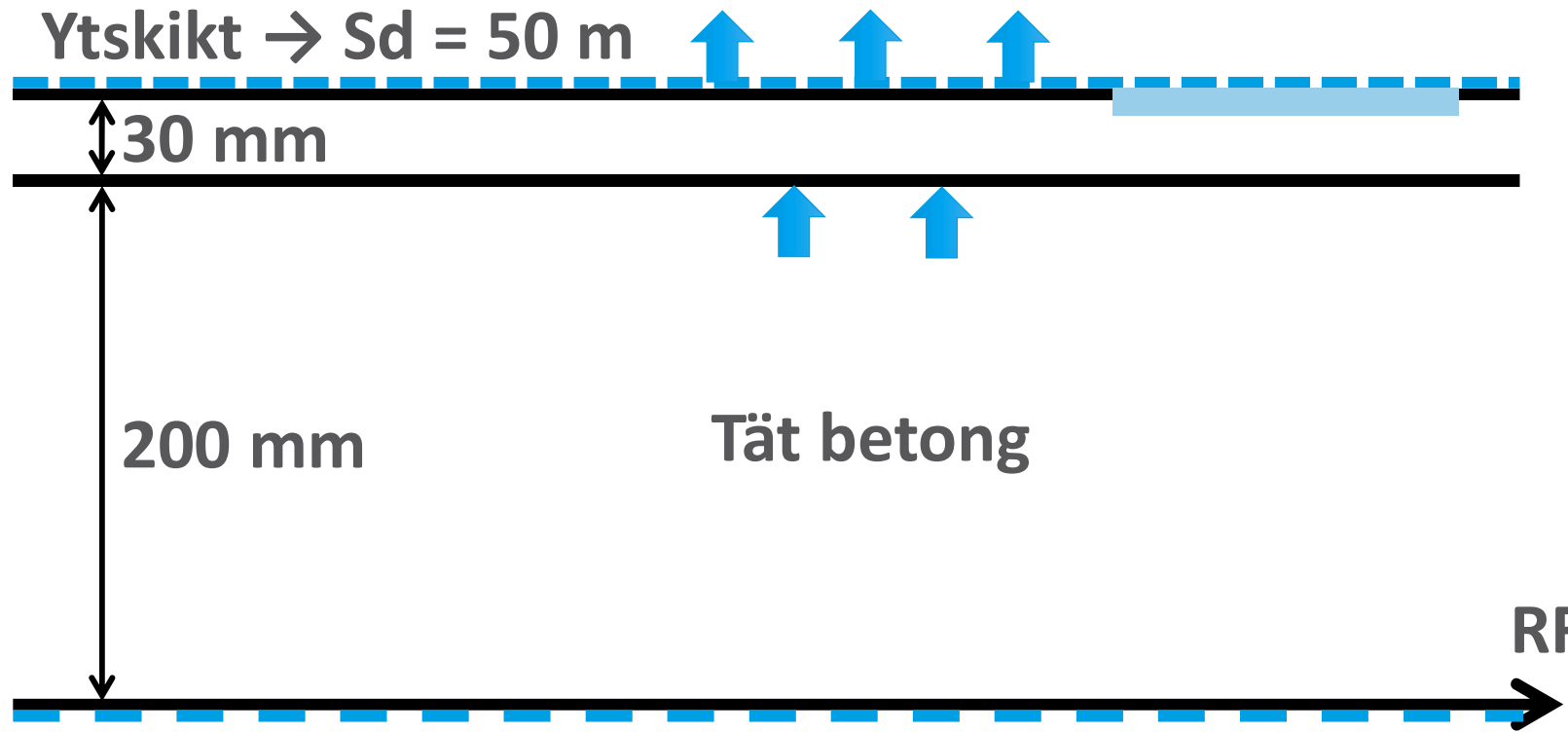
RF under ytskikt vs täthet betong vs täthet ytskikt

Ytskikt → Sd = 218 m vs 50 m



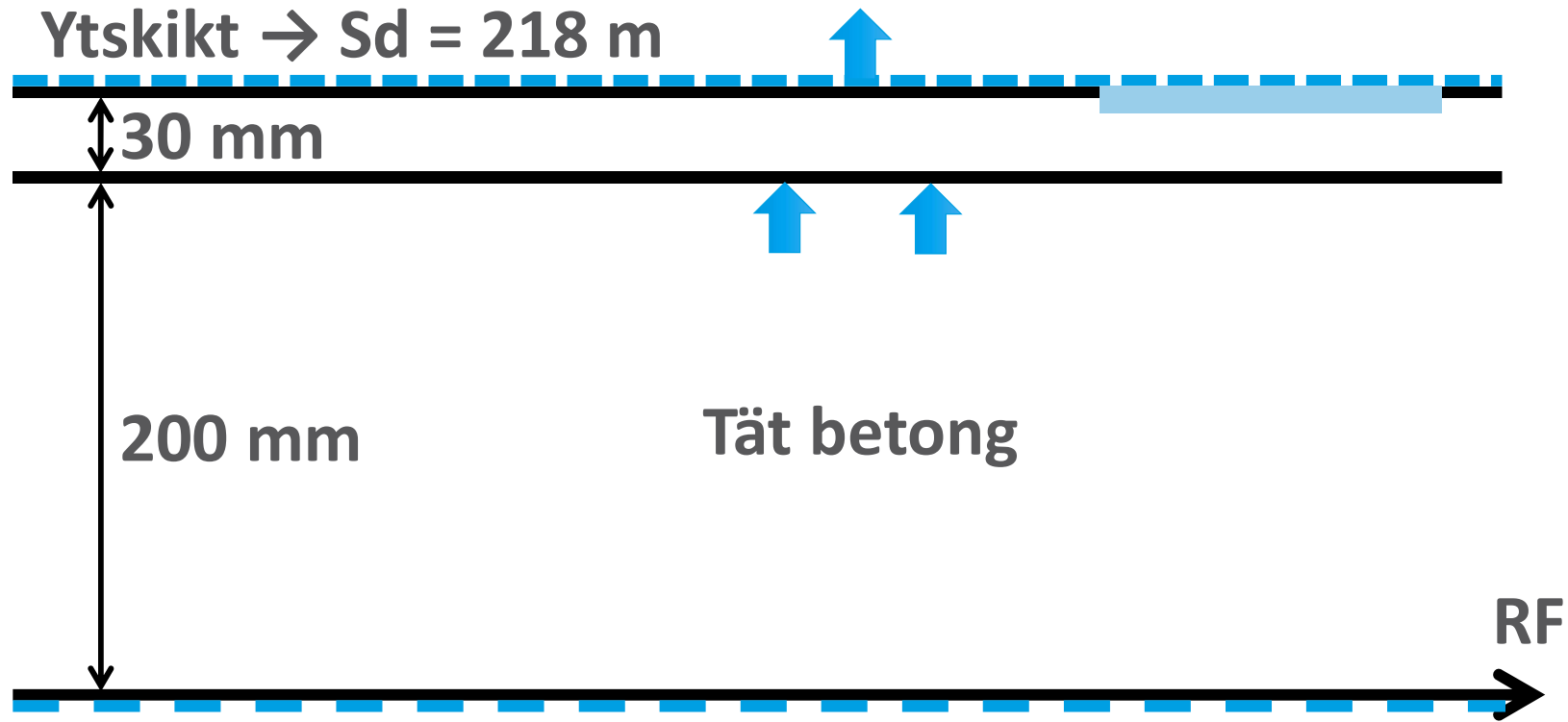
RF under ytskikt vs täthet betong vs täthet ytskikt

Ytskikt → Sd = 50 m



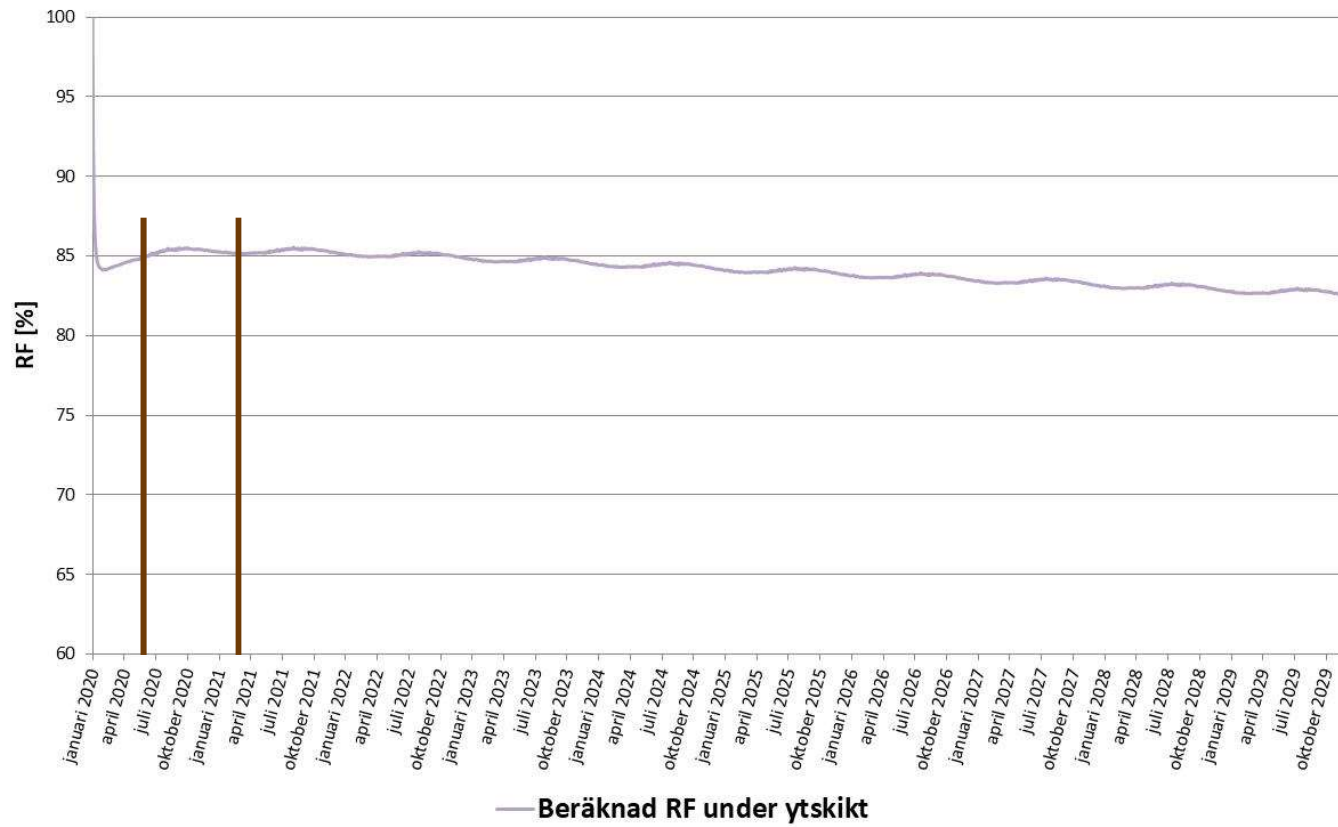
RF under ytskikt vs täthet betong vs täthet ytskikt

Ytskikt → $S_d = 218 \text{ m}$



Hur lång tid får RF överskrida 85%

Beräknat RF under ytskikt



Förutsättningar för att kunna göra en omfördelningsberäkning

- Känd konstruktionsuppbyggnad
 - Skiktjocklekar geometri mm
 - Material
- Fuktprofil
- Fukttransportegenskaper och nödvändig relevant materialdata för ingående material
- Kända omgivande randvillkor
- Kännedom och förståelse för gränsvärden för att undvika skada (RF och tid)
- Tillräckligt hög kunskapsnivå
- Känna sina egna och beräkningsverktygets begränsningar

Beroenden, samband och samspel

