

# Hvordan responderer trær på mekaniske skader?

IARIT – Treets forsvar mot spredning av råte

*Erik Solfjeld 10.11.2027*

Plansjene hentet fra Alex Shigo's "RX for wounded trees" og "Compartmentalization of decay in trees" Plansjene er tegnet av David S. Carroll

**CODIT**  
AKRONYM FOR  
COMPARTMENTALIZATION OF DECAY IN TREES

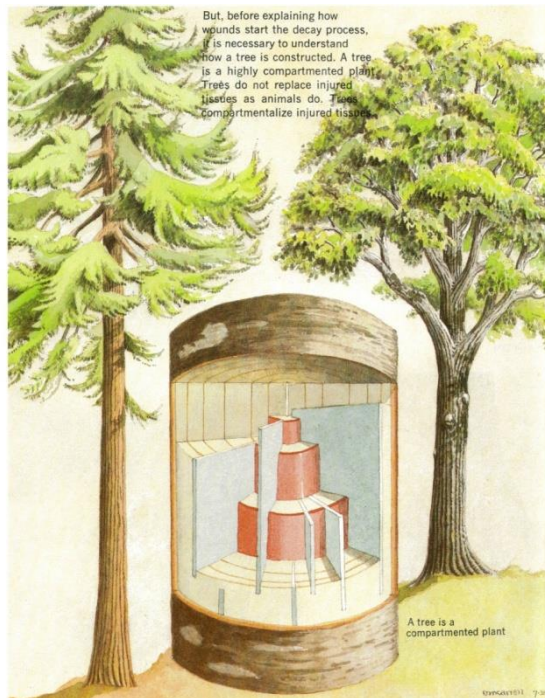
**IARIT**  
AKRONYM FOR  
INNKAPSLING AV RÅTE I TRÆR

# IARITMODELLEN

- IARIT modellen ble utviklet av Dr, Alex Shigo på slutten av 1970 tallet som et middel for, på en forenklet måte, forklare hvordan trær responderer på mekaniske skader

# Innkapsling av råte i trær (us: BARIT)

## En modell som forklarer hvordan trær responderer på mekaniske skader



Modellen forklarer på en forenklet måte hvordan trær responderer når stamme, røtter og greiner skades respons på mekaniske skader og hvordan de levende cellene i sårområdets nærhet reagerer med å omdanne glukose (karbohydrat i form av stivelse) til fenoler og andre forbindelser med antimikrobisk effekt. Kort sagt kan vi si at treet på denne måten etablerer et kjemisk forsvar ved å impregnere cellene nærmest skaden. Celleveggene i barrieresonen som dannes etter at en skade er påført forsterkes anatomisk med tykkere cellevegger. I tillegg inneholder cellene i barrieresonen stoffer som få mikroorganismer evner å bryte gjennom

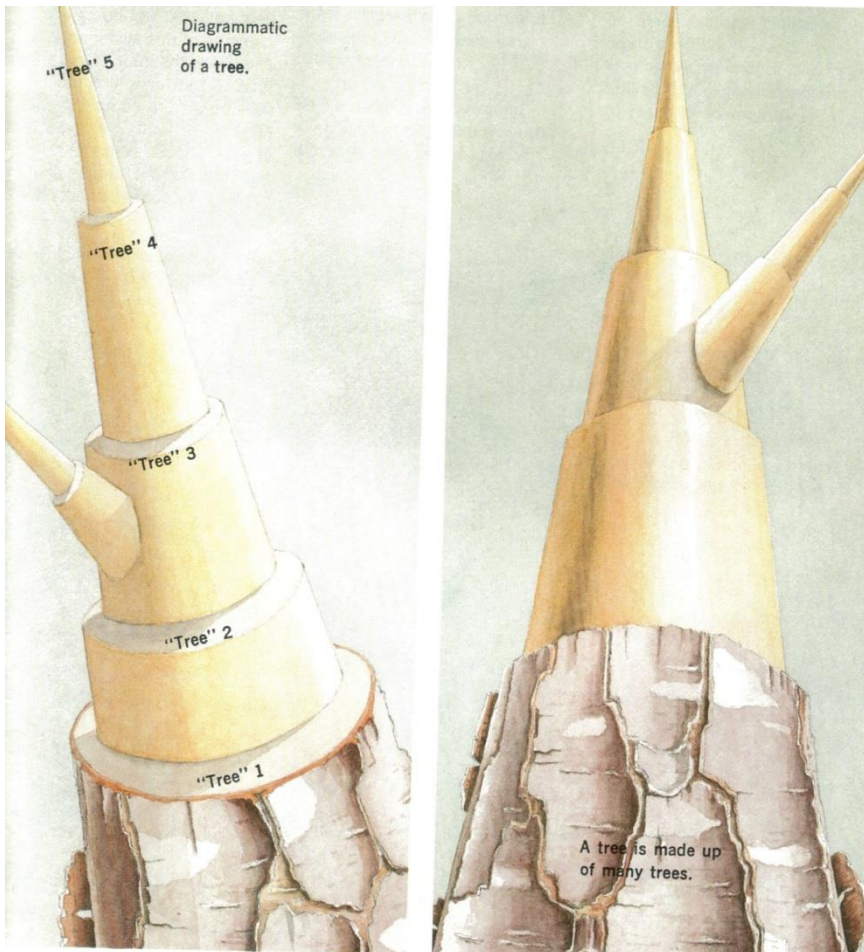
Erik Solbjerg - Hvordan trær  
responderer på mekaniske skader

- 10.11.2017

# Stammens anatomiske oppbygging

- For å kunne forstå hvordan IARIT modellen virker må vi begynne med å se litt på hvordan stammen, i grove trekk, er bygget opp anatomisk.

# Et tre bygges opp lag for lag for hvert år som går



For hver eneste vekstsesong avsetter treet en ny årring og et nytt og litt større tre legger seg over de foregående årgangene som treet nå består av.

# SEGMENTER AV CELLEVEV EN VIKTIG DEL AV TREETS FORSVARSSTRATEGI

Ved en mekanisk skade vil flere typer cellevev danne segmenter med impregnerte celler. Impregneringen som i hovedsak består av fenoler i løvtrær og terpentiner (tenk harpiks) i bartrær forsterker cellene slik at mikroorganismene som forårsaker råteinfeksjon hemmes mest mulig. Dette er en viktig del av treets forsvarsstrategi

Marg  
Margstråler  
Årringer  
Karceller og trakeider  
Segmenter av ulike cellevev utgjør en viktig del av treets forsvarsstrategi



# IARITMODELLEN

**Vi kan si at modellen er todelt og består av:**

**Del 1    Barriæresonen**

**Del 2    3 reaksjonssoner**

Til sammen bygger *barriæresonen* og de 3 *reaksjonssonene* fire ”*vegger*” som begrenser og hemmer spredning av råte fra mekaniske skader på røtter, stammer og grener.

Parallelt med reaksjons- og barriæresonenes utvikling, vil sårved legge seg over sårflaten og med tiden innkapsle skaden. Når skaden er innkapslet stopper råteutviklingen mer eller mindre opp.



# Barrieresonen

- Barrieresonen dannes av kambiet når treet blir skadet .
- Barrieresonen er både en anatomisk og kjemisk forsvarsvegg med tykkere cellevegger som blant annet er beskyttet med stoffet subrin. Subrin er også en viktig substans i ytterbarken og er et stoff de fleste råtedannende mikroorganismer (råtesopper) har problemer med å bryte gjennom
- Barrieresonen danner et markant skille mellom veden som eksisterte før skaden inntraff og all ved som kommer til senere
- Barriæresonen hindrer råde fra å spre seg utover i de nye årringene som dannes etter at skaden inntraff.
- Barrieresonen er den fjerde og sterkeste forsvarsveggen treet mobiliserer mot råtespredning

# Barrieresonen

- Barrieresonen vil ikke omslutte hele stammen med det samme, men vil om nødvendig kunne fortsette å utvikle seg i den respektive årringen så lenge det er nødvendig for å kontrollere infeksjonsspredningen.
- Når infeksjonen er stabilisert og under kontroll; det vil som regel si når skaden er innkapslet av sårved, vil også utviklingen av barrieresonen stoppe opp.

# 3 Reaksjonssoner

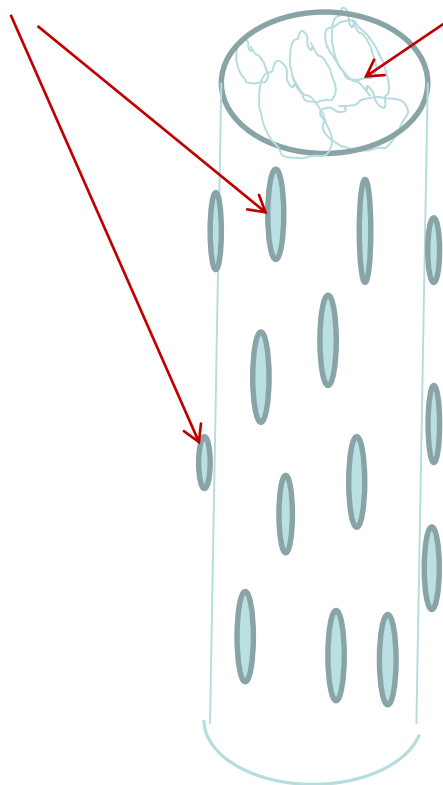
De 3 reaksjonssonene kan også beskrives som kjemiske forsvarsvegger. De dannes i yteveden hvor glucose (lagret karbohydrat i form av stivelse) omdannes til fenoler i løvtrær og terpentiner i bartrær. Reaksjonssonene dannes altså i eksisterende ved etter at en skade har oppstått. Reaksjonssonene er relatert til bestemte vevstyper og lokaliseres på følgende steder:

- **Vegg 1.** Karceller og trakeider – bremser råteutviklingen vertikalt (oppover og nedover) i stammen. Dette regnes også som den svakeste av de 4 forsvarsveggene. Dette ser vi ved at råten brer seg lengst og raskest i t reets lengderetning
- **Vegg 2.** Årringene – hemmer råteutvikling aksialt innover mot stammekjernen.
- **Vegg 3.** Margstrålene (De radiale parenkymcellene) - bremser den radiale råteutviklingen (mot sidene). Vanligvis den sterkeste av reaksjonssonene

# «Vegg 1» - karcellene

Følgeceller

Ballongceller



Karcellene har *følgeceller* som inneholder karbohydrat og som ved skade, omdannes til tylose (ballongceller) som blåses opp og fyller karcellene på innsiden slik at de tettes og mikroorganismenes (sopp) invasjon bremses.

# «Vegg 2» - Årringene

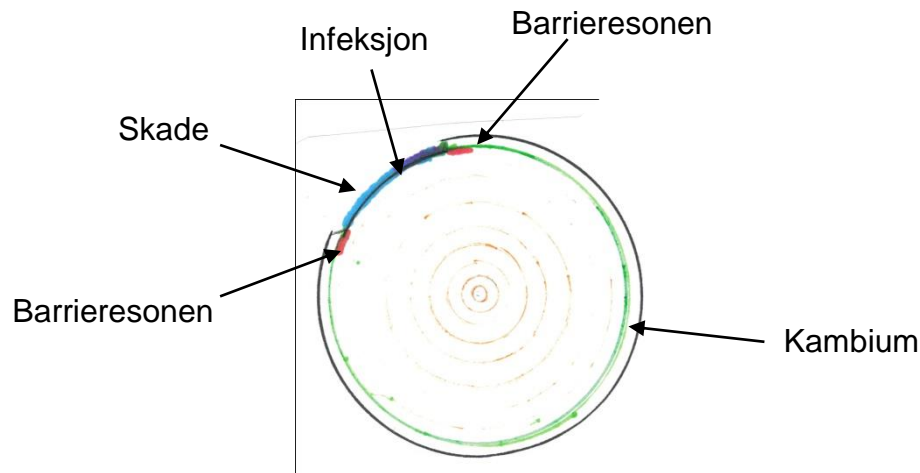
- Mot slutten av vekstsesongen blir celledannelsen tettere og celleveggene tykkere. Tettere cellevekst og tykkere cellevegger vil bidra til å forsinke en eventuell råteinfeksjon
- Mellom hver vekstsesong avsettes et aksialt parenkymband. Under gode år hender det også at det utvikles et ekstra aksialt band med parenkymceller midt i vekstsesongen. Parenkymcellene inneholder glukose som etter en eventuell skade, vil kunne omdannes til blant annet fenol (terpentiner i bartrær). Fenol har en antimikrobisk (impregnerende effekt) virkning som ytterligere vil kunne hemme en råteinfeksjon innover i stammen. Ved mindre omfattende skader kan «vegg 2» ha tilstrekkelig styrke til å stoppe en infeksjon om den ikke er av aggressiv karakter.
- I spredtpora treslag er vegg 2 vanligvis sterkere enn vegg 3. I ringpora treslag og i bartrær er vegg 2 som regel svakere enn vegg 3.

# «Vegg 3» – Margstrålene (Radiale parenkymceller)

- Margstrålene er sammensatt av parenkymceller som orienterer seg radially i stammen omtrent på samme måte som eikene i et hjulnav.
- De radiale parenkymcellene er svært ulik i form og størrelse og hvert treslag har sin egen profil som fungerer godt som et artsspesifikk kjennetegn
- Vegg 3 regnes som den sterkeste reaksjonssonen i ringpora treslag og i bartrær. I spredtpora treslag er ofte vegg 2 sterkere enn vegg 3.

# IARIT

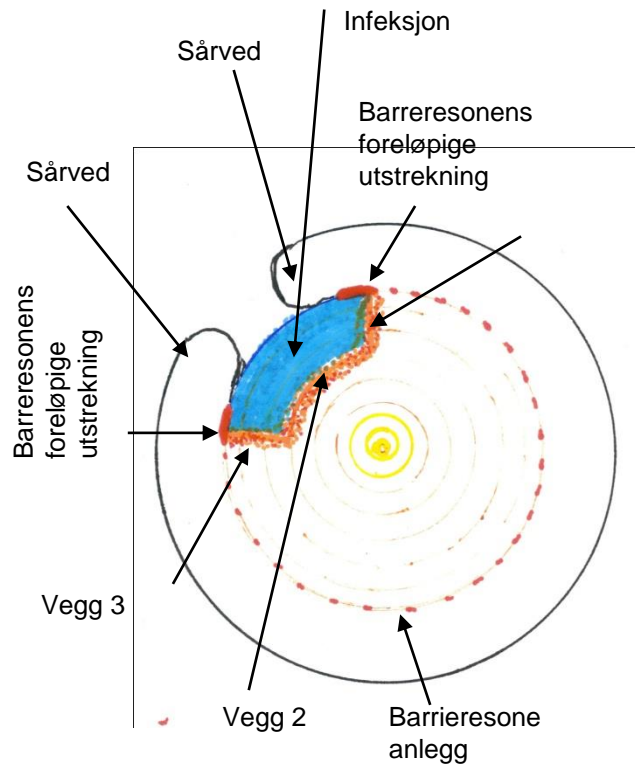
## Innkapslingsmodus for bartrær og ringpora treslag - I



Figuren viser vedens respons på en mekanisk stammeskade slik situasjonen vil arte seg samme år som skaden inntreffer

# IARIT

## innkapslingskodeks for bartrær og ringpora treslag - II



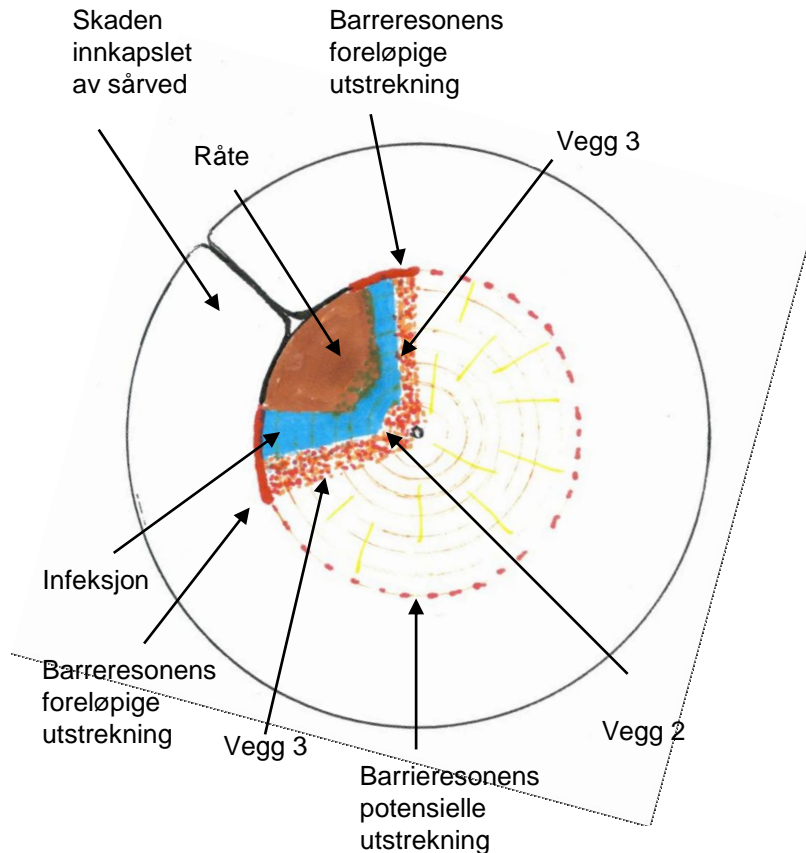
Figuren viser vedens respons på en mekanisk stammeskade slik situasjonen vil arte seg etter 4-5 år.

Barrièresonen (i alle fall den synlige delen) følger ofte utbredelsen av vegg 3.



# IARIT

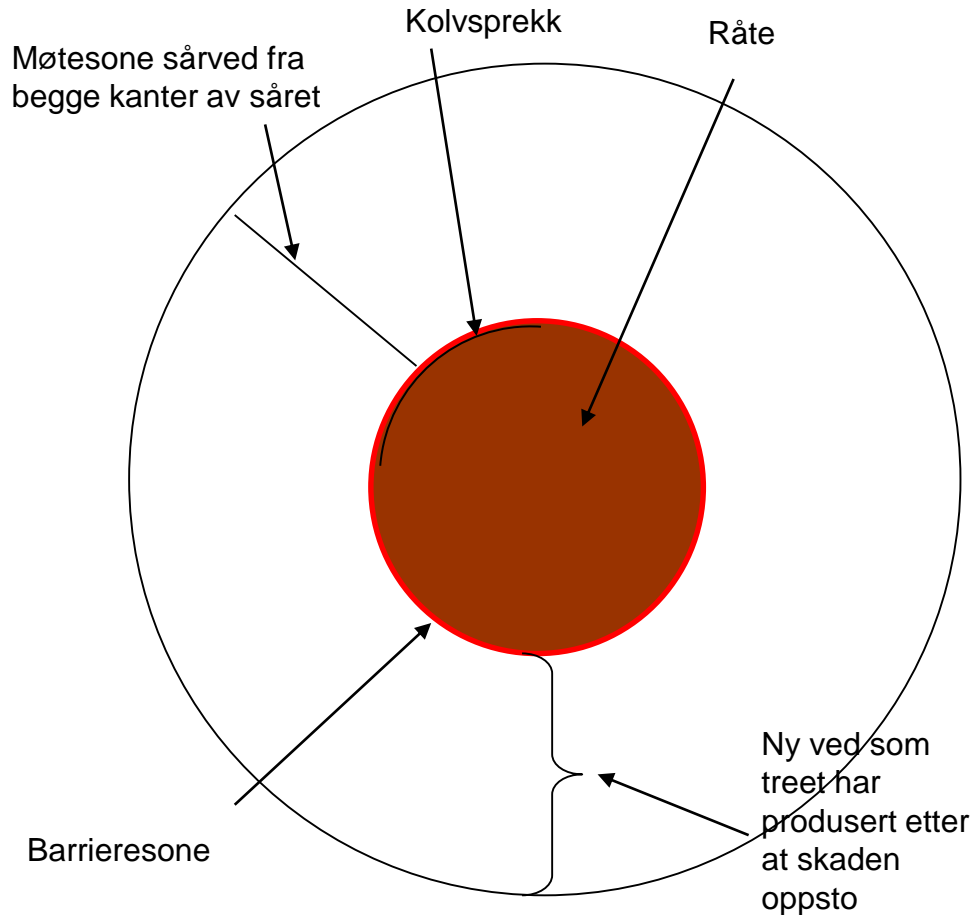
## innkapslingsmodus for bartrær og ringpora treslag - III



Figuren viser vedens respons på en mekanisk stammeskade slik situasjonen vil arte seg etter ca 7- 8 år.

# IARIT

## innkapslingskodeks for bartrær og ringpora treslag IV

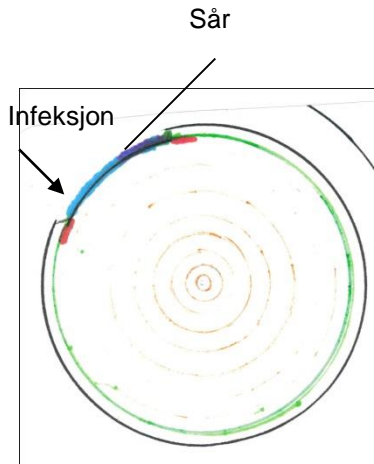


Figuren viser vedens respons på en mekanisk stammeskade slik situasjonen vil kunne arte seg etter 20- 25 år. Råten i dette eksemplet fortsatte å ekspandere forbi reaksjonssonene vegg 2 og vegg 3, men er nå effektivt stoppet av *barrieresonen*.

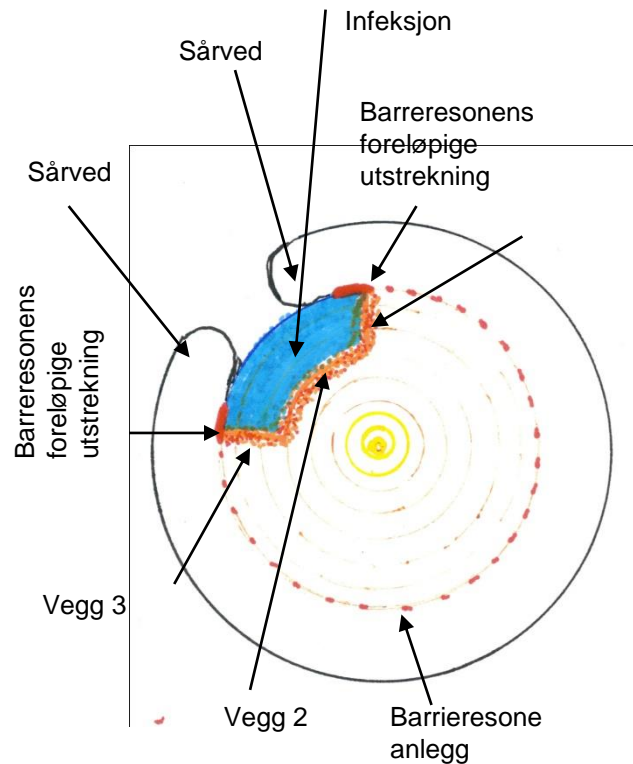
*Barrieresonen* omkranser nå det som er igjen av den veden som eksisterte da treet ble skadet. Råten vil ikke kunne spre seg gjennom *barrieresonen* og ut i ny ved uten at *barrieresonen* skades – for eksempel mekanisk med tilvekstbor og lignende.

# IARIT

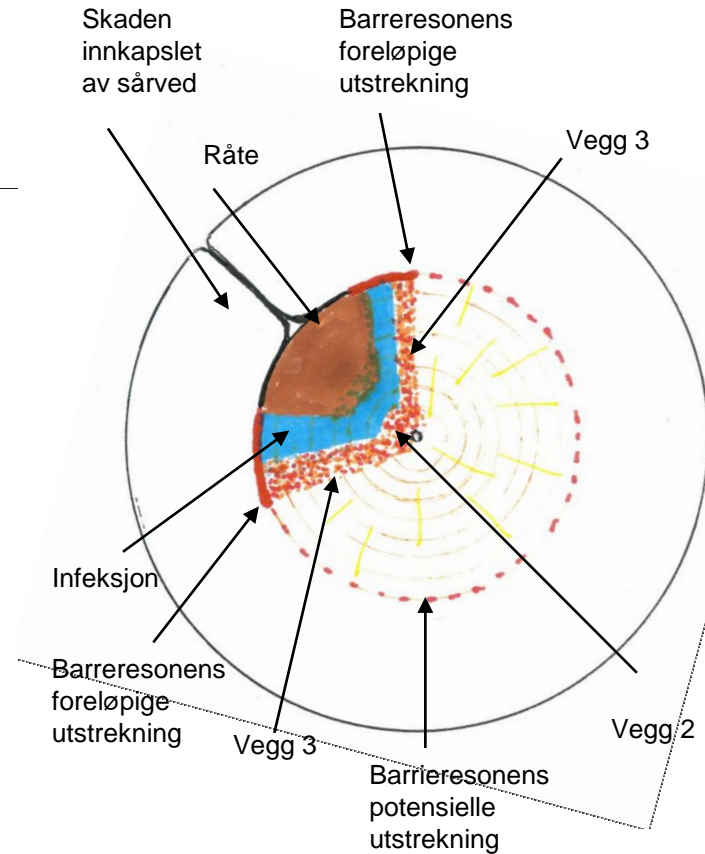
## innkapslingskodeks for bartrær og ringpora treslag



**Mekanisk stamme-  
skade 1 år**



**Mekanisk stamme-  
skade etter 4 år**



**Mekanisk stamme-  
skade etter 8 år**

Erik Solfeld - Hvordan trær  
responderer på mekaniske skader

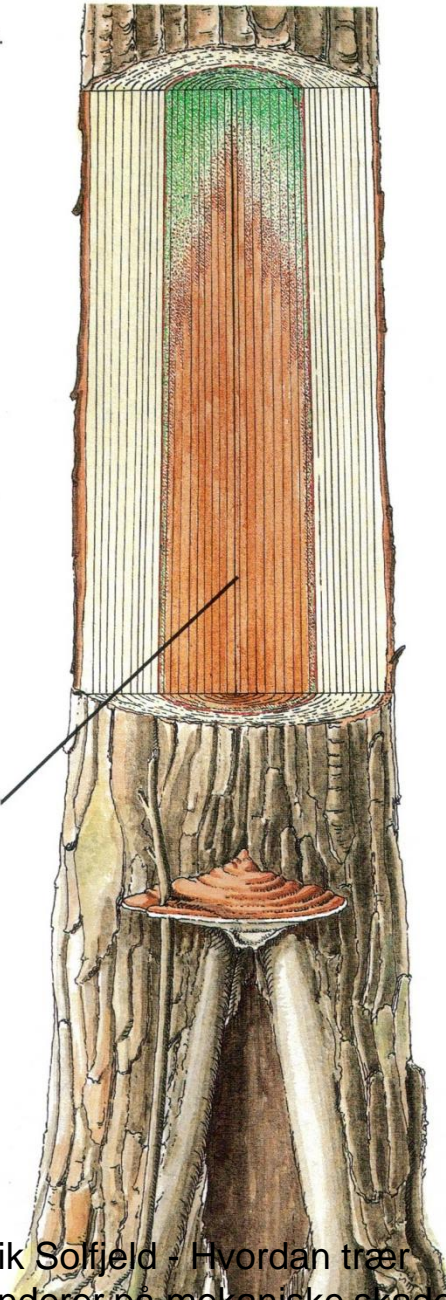
- 10.11.2017

# Innkapslingsevne

- Evnen til å innkapsle skader er under moderat til sterk genetisk kontroll
- Evnen til å innkapsle skader er også betinget av treets vitalitet, årstid, mikroorganisme (art), samt skadens omfang, type og plassering.

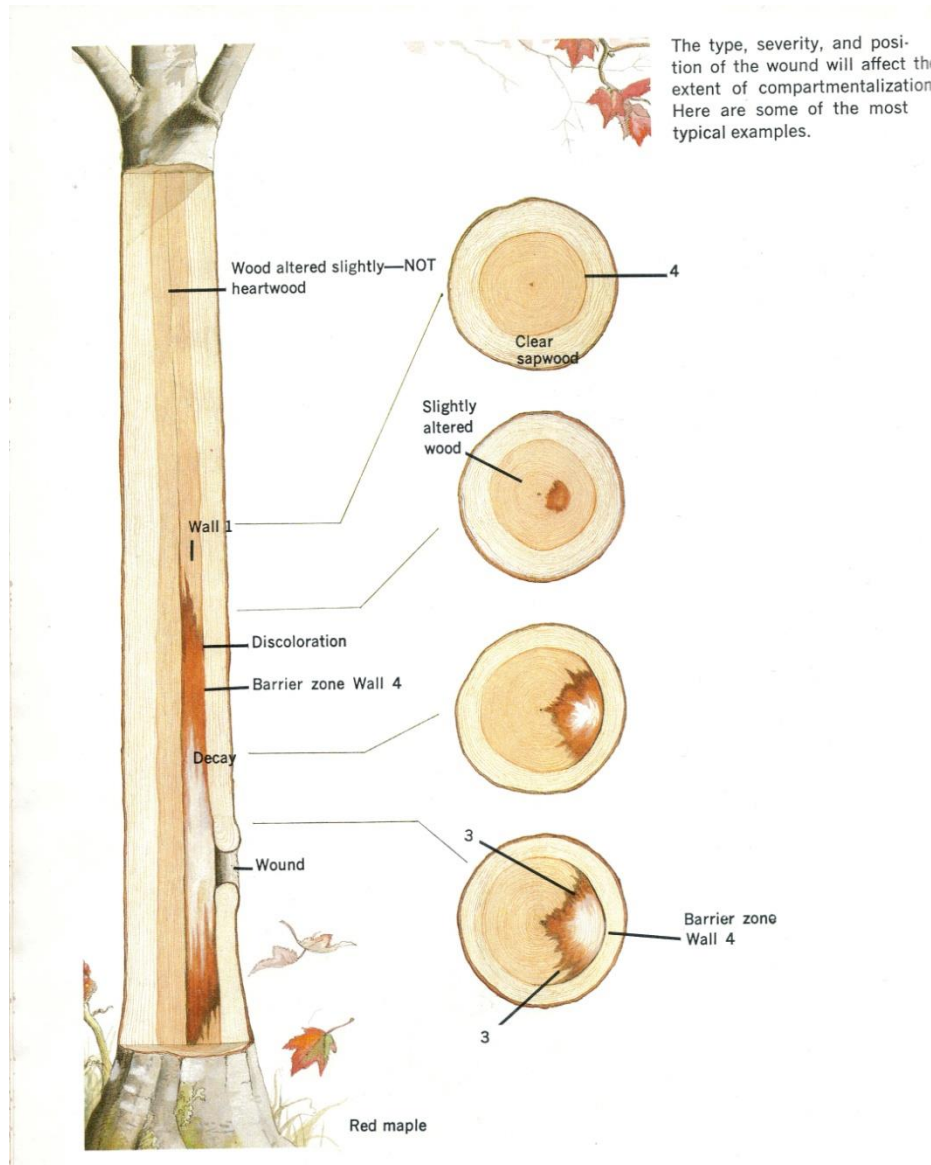
Wood-inhabiting microorganisms enter trees through wounds. Wounds start the processes that can lead to decay. And decay is a major cause of damage to trees.

Decay

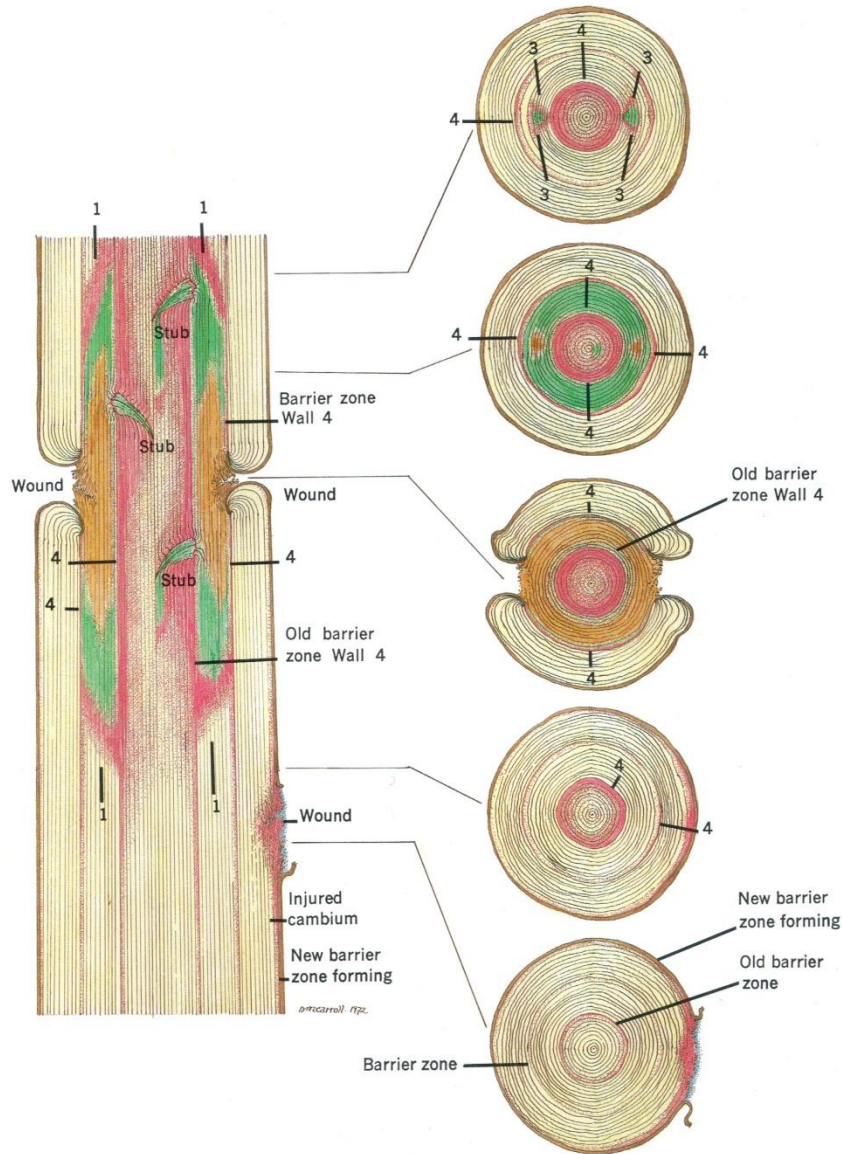


Erik Solfield - Hvordan træer  
responderer på mekaniske skader

- 10 11 2017

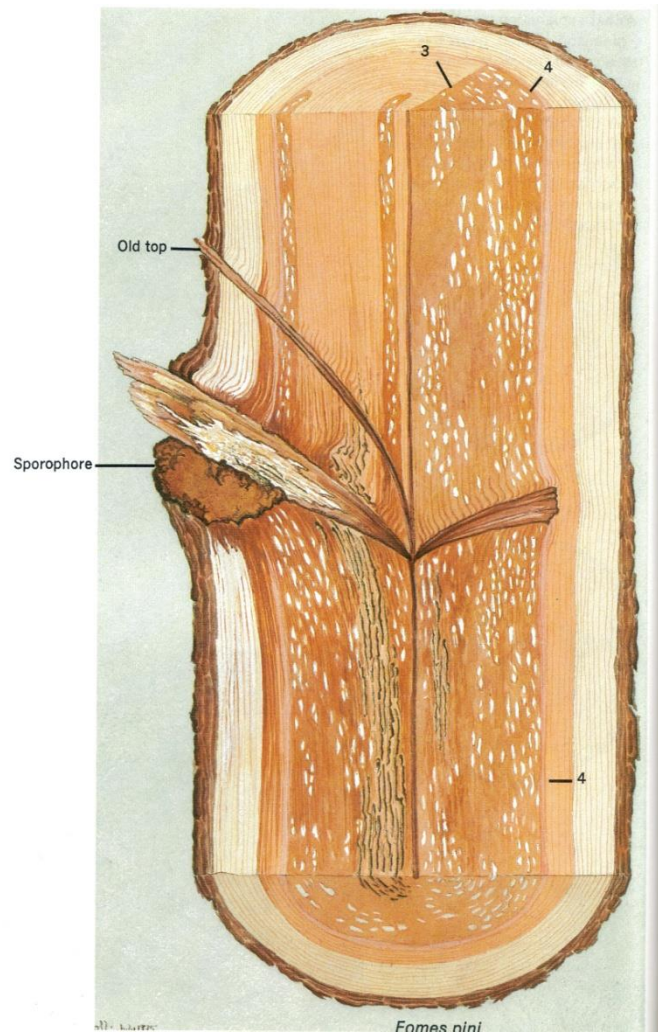


Erik Solfeld - Hvordan træer  
 responderer på mekaniske skader  
 - 10.11.2017









Erik Solfeld - Hvordan træ  
responderer på mekaniske skader  
- 10.11.2017