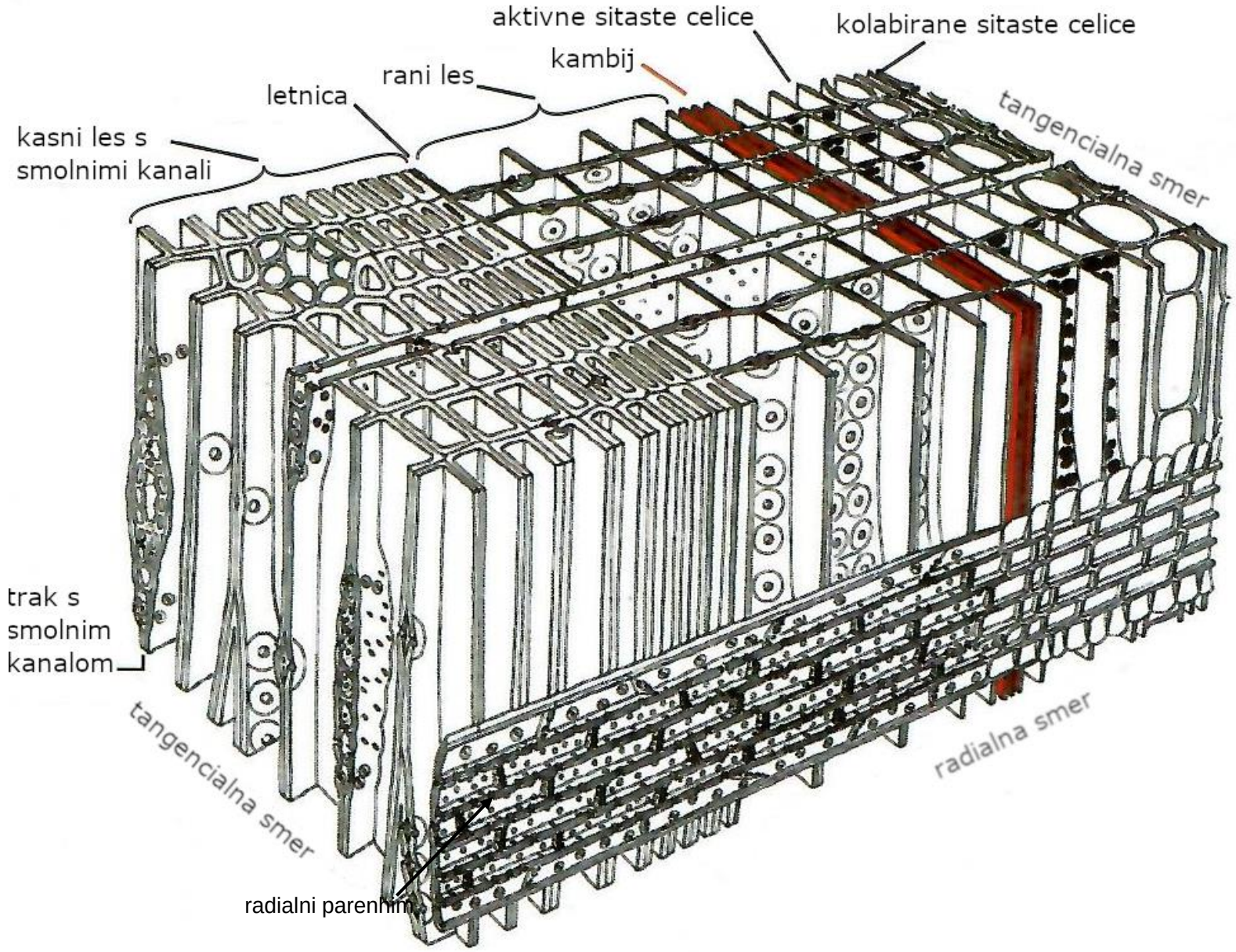
Odziv dreves na poškodovanja

prof. dr. Tom Levanič

GIS & FAMNIT

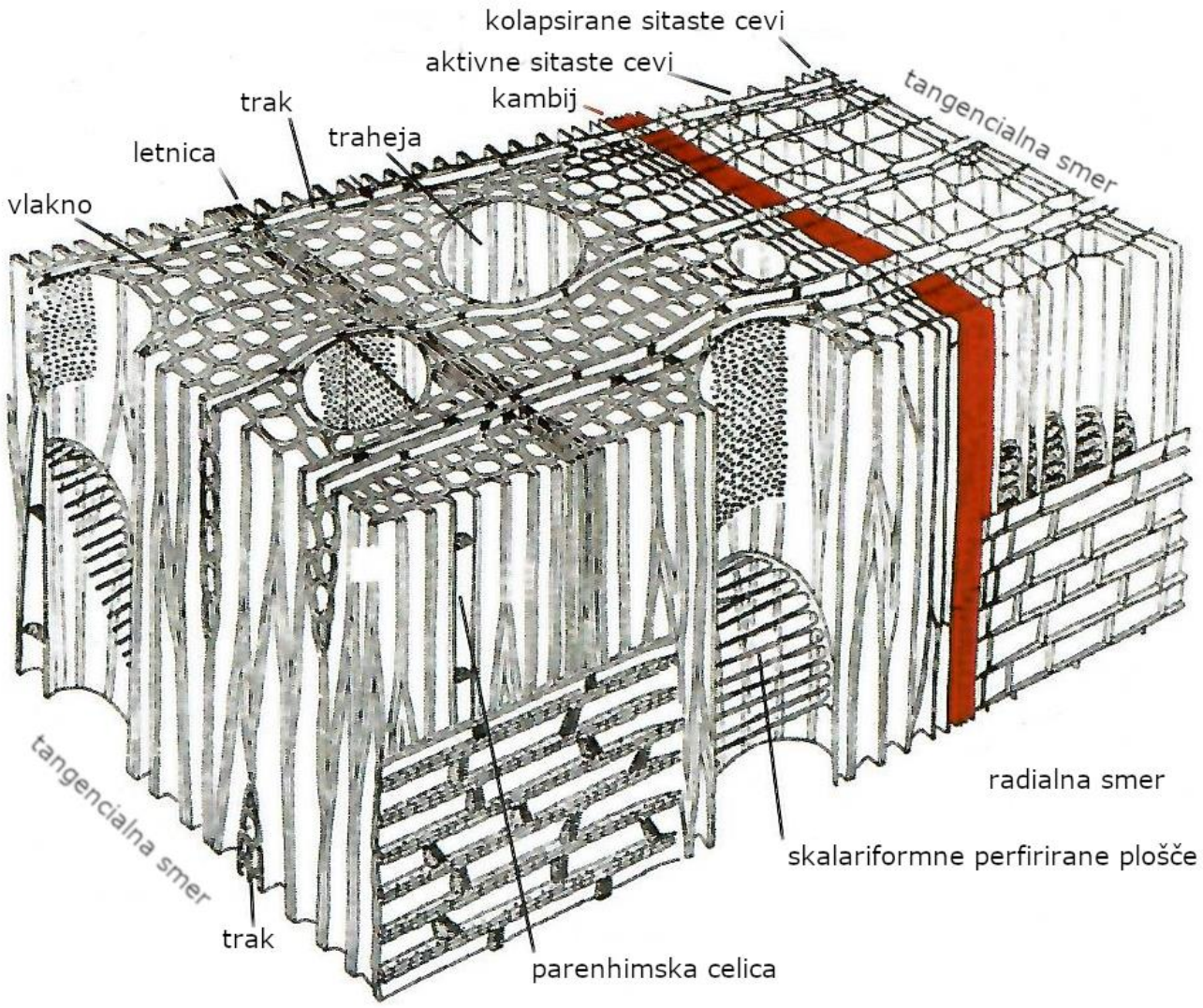
Anatomska zgradba lesa iglavcev

- Les iglavcev sestavjajo:
- traheide
  - traheide ranega in kasnega lesa
  - trakovne traheide
- parenhimske celice
  - aksialni parenhim
  - radialni parenhim
- epitelijske celice

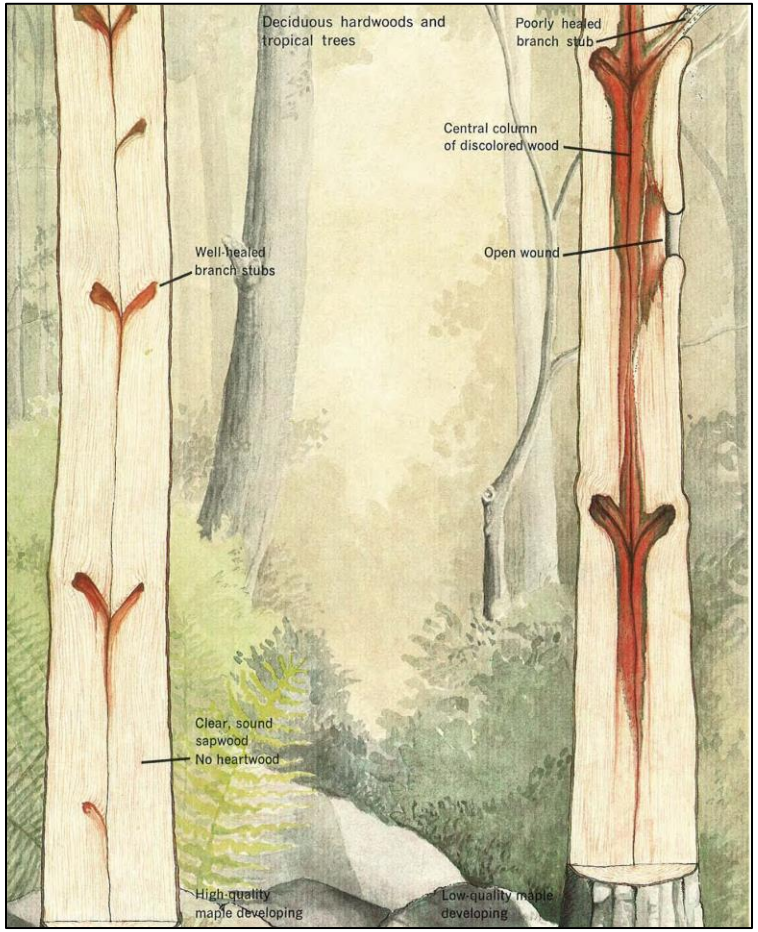


Anatomska zgradba lesa listavcev

- Prevodna funkcija
  - traheje
  - traheide
  - vazicentrične traheide
- Mehanska funkcija
  - libriformska vlakna
  - vlaknaste traheide
- Skladiščna funkcija
  - radialni parenhim
  - aksialni parenhim
  - epitelijske celice

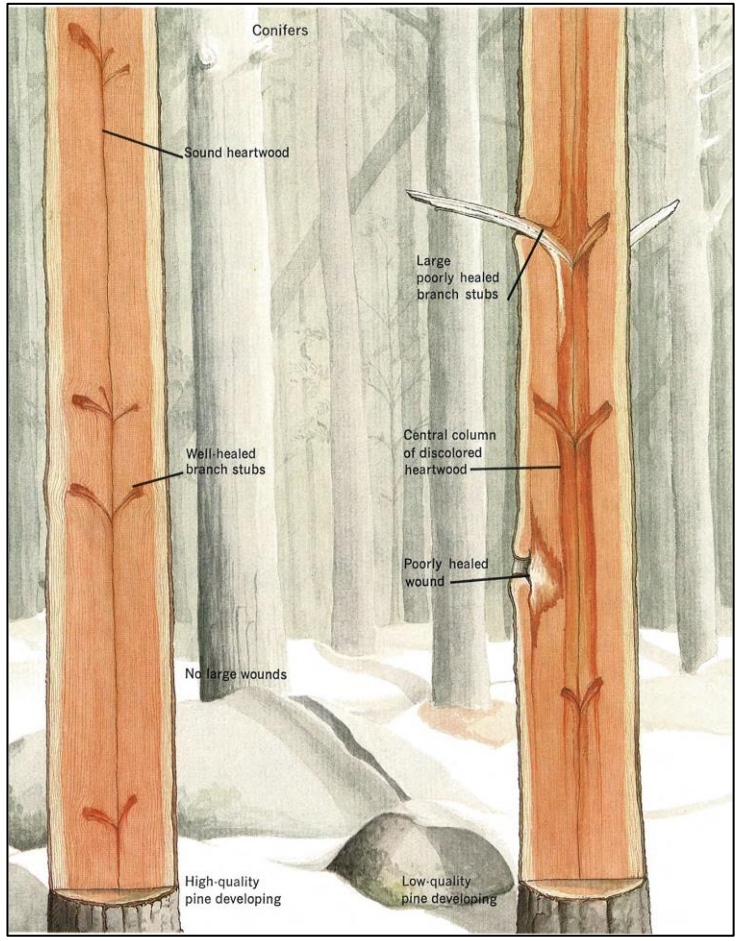


Poškodbe na deblih so vedno prisotne...



USTREZNO NEUSTREZNO

PRERASLA POŠKODBA



USTREZNO NEUSTREZNO

PRERASLA POŠKODBA

- Drevo se na poškodbo kateregakoli dela drevesa odzove s sanacijo nastalih poškodb
- V življenju drevesa so možne različne poškodbe različnih delov drevesa:
  - poškodbe skorje (skorja ščiti notranjost drevesa)
  - poškodbe floema (po njem se prevajajo asimilati)
  - poškodbe kambija (ključen za rast drevesa)
  - poškodbe prve popolne branike pod kambijem (lahko se prekine pretok vode po deblu)
  - poškodbe beljave (globoke poškodbe, ki jih je težko prerasti)

- Tekom evolucije so drevesa razvila obrambne mehanizme, ki v veliki meri zagotavljajo preživetje drevesa. Niso pa vsemogočni.
- Najpomembnejša obrambna mehanizma sta **izolacija** (kompartmetalizacija) in **prevalitev**

Izolacija / kompartmentalizacija

- Po poškodbi kateregakoli dela drevesa pride do oblikovanja barierne cone okoli poškodovanega tkiva. Barierna cona so celice, ki se napolnijo z različnimi kemičnimi substancami, ki imajo fungicidne lastnosti
- Na ta način se poškodovano / ranjeno tkivo izolira od preostalih delov drevesa
- V notranjosti drevesa, pod poškodbo, začnejo parenhimske celice tvoriti tanine in spojine, ki sicer tvorijo jedrovino in povzročijo obarvanje
- Izolacija poškodovanega tkiva je za drevo energijsko zelo potraten proces, ki za sabo potegne tudi delno izgubo funkcijsko sposobnih tkiv
- POMEMEBNO: izolacija se lahko zgodi samo !!! v živih tkivih – beljava, ličje, parenhimske celice



CODIT

Compartmentalization **O**f **D**ecay **I**n **T**rees






Kaj je to CODIT model?

S CODIT modelom pojasnjujemo kako drevo izolira / sanira poškodbe oz. preprečuje širjenje okužb z različnimi patogenimi organizmi

Kaj je to CODIT model?

- CODIT model opisuje kompartmentalizacijo* (izolacijo / predelitev) ali prostorsko omejitev delovanja patogenih organizmov ali dejavnikov nežive narave (npr. vdor zraka) v telo drevesa zaradi poškodbe na katerem koli delu drevesa.
- Kompartmentalizacija se začne dogajati takoj po poškodbi, če zunanje razmere to dopuščajo, npr. pozimi se ne zgodi nič...
- V prvi vrsti se zapro za vodo prevodni elementi (traheje in traheide)
- Pomembno je, da se prevodni elemnti zaprejo z različnimi fungicidnimi učinkovinami, ki preprečujejo razvoj gliv. Te spojine ubijejo tudi še žive celice lesa
- V nadaljevanju se začnejo oblikovati **4 CODIT "stene"**

*Kompartment ali predelek

4 ključne stene CODIT modela

Štiri stene, ki branijo drevo pred vdorom patogenih organizmov in razkrojem

Stena 1: Preprečuje gibanje organizmov, ki razgrajujejo les v vertikalni smeri (najšibkejša stena), glive razgrajevalke lesa se hitro širijo v vertikalni smeri

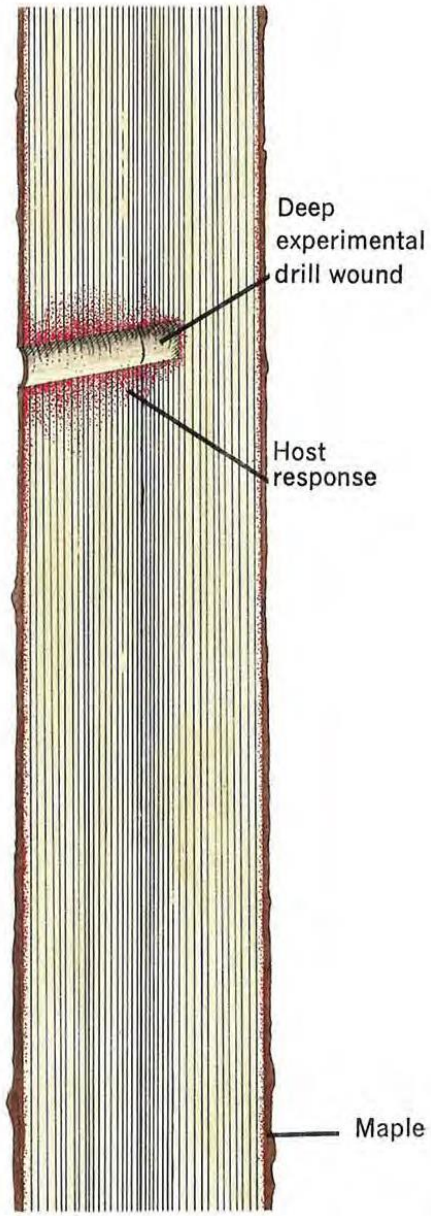
Stena 2: Preprečuje gibanje organizmov, ki razgrajujejo les v radialni smeri, v notranjost debla, ponavadi teče meja po braniki (druga najšibkejša stena)

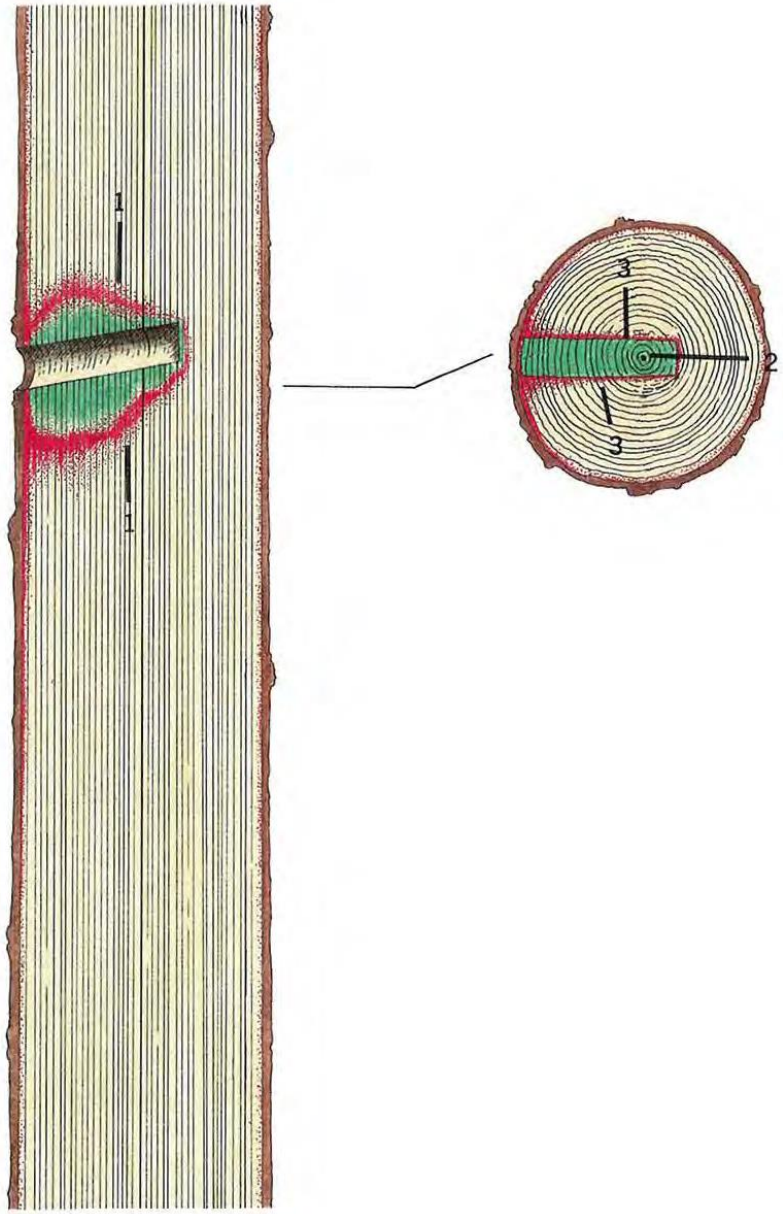
Stena 3: Strženovi trakovi oz. trakovne celice preprečujejo prodiranje razgradnje po obodu debla – blokirajo okužbo, ki bi se širila bočno od rane (najmočnejša stena v času ranitve)

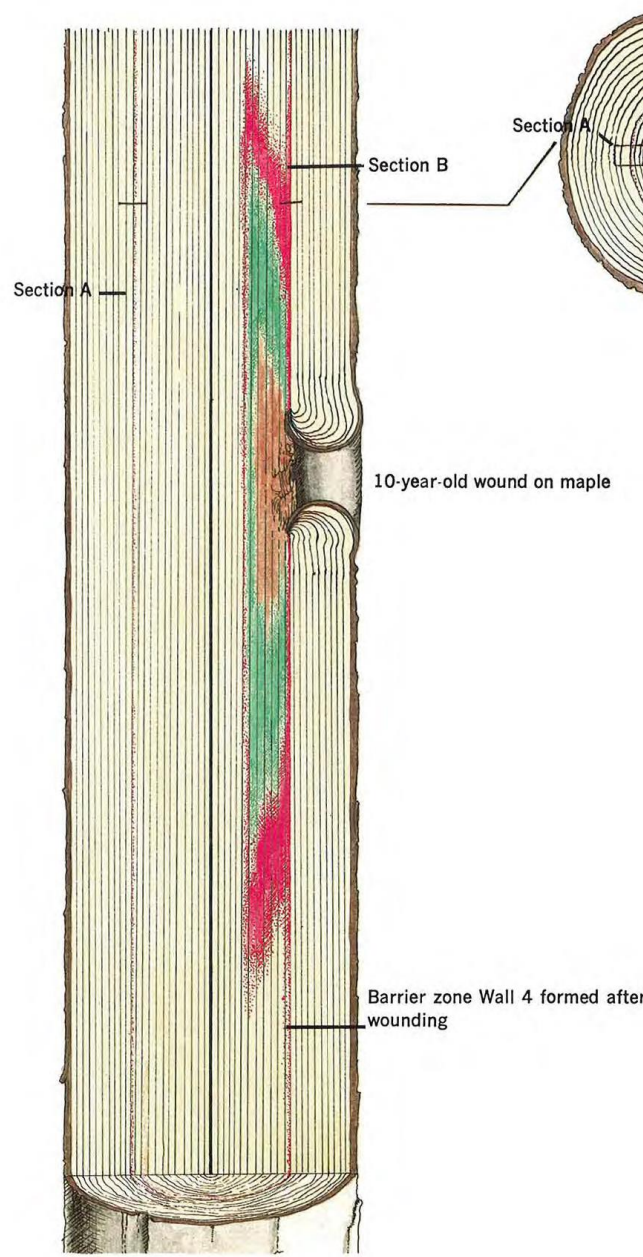
Stena 4: Na novo oblikovan kambij, ki nastane po ranitvi (najmočnejša stena)

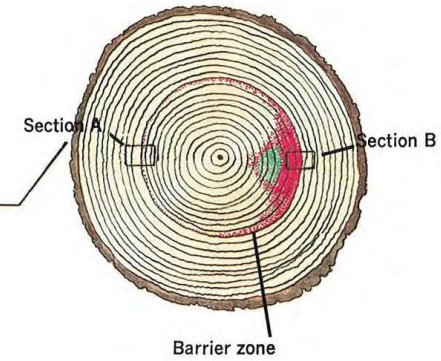
Stena 1

Prva stena nastane z začepljenjem normalno prevodnega tkiva nad in pod rano. To tkivo teče vertikalno po dolžini stebla, zato zaprtje upočasni navpično širjenje trohnobe / razgradnje. Tkiva se začepijo na različne načine, na primer s tilozo, polifenolnimi usedlinami, protiglivičnimi snovmi in (pri iglavcih) z zaprtjem obokanih pikenj, ki povezujejo trahejne celice. Tu pri nekaterih drevesnih vrstah igra pomembno vlogo tudi smola in gumozni depoziti. Ta stena je najšibkejša.









After wounding, the cambium forms Wall 4. This wall is called a barrier zone. It separates wood formed before wounding from wood that forms after wounding.

Color key to all drawings

RED—Host response to wounding, chemical reactions to STOP invasion.

GREEN—Invasion processes by microorganisms GO through the barriers set up by the tree.

BLUE—Infection of dead and dying tissues on wound surface.

BROWN—Decay processes.

Stena 2

Drugo steno tvorijo debelostenske, z ligninom bogate celice kasnega lesa branike, ki se nahajajo pod rano, s čimer se upočasni radialno širjenje razgradnje. Ta stena je druga najšibkejša in je neprekinjena, razen tam, kjer jo prekinejo parenhimske celice oz. trakovi – glej steno 3.

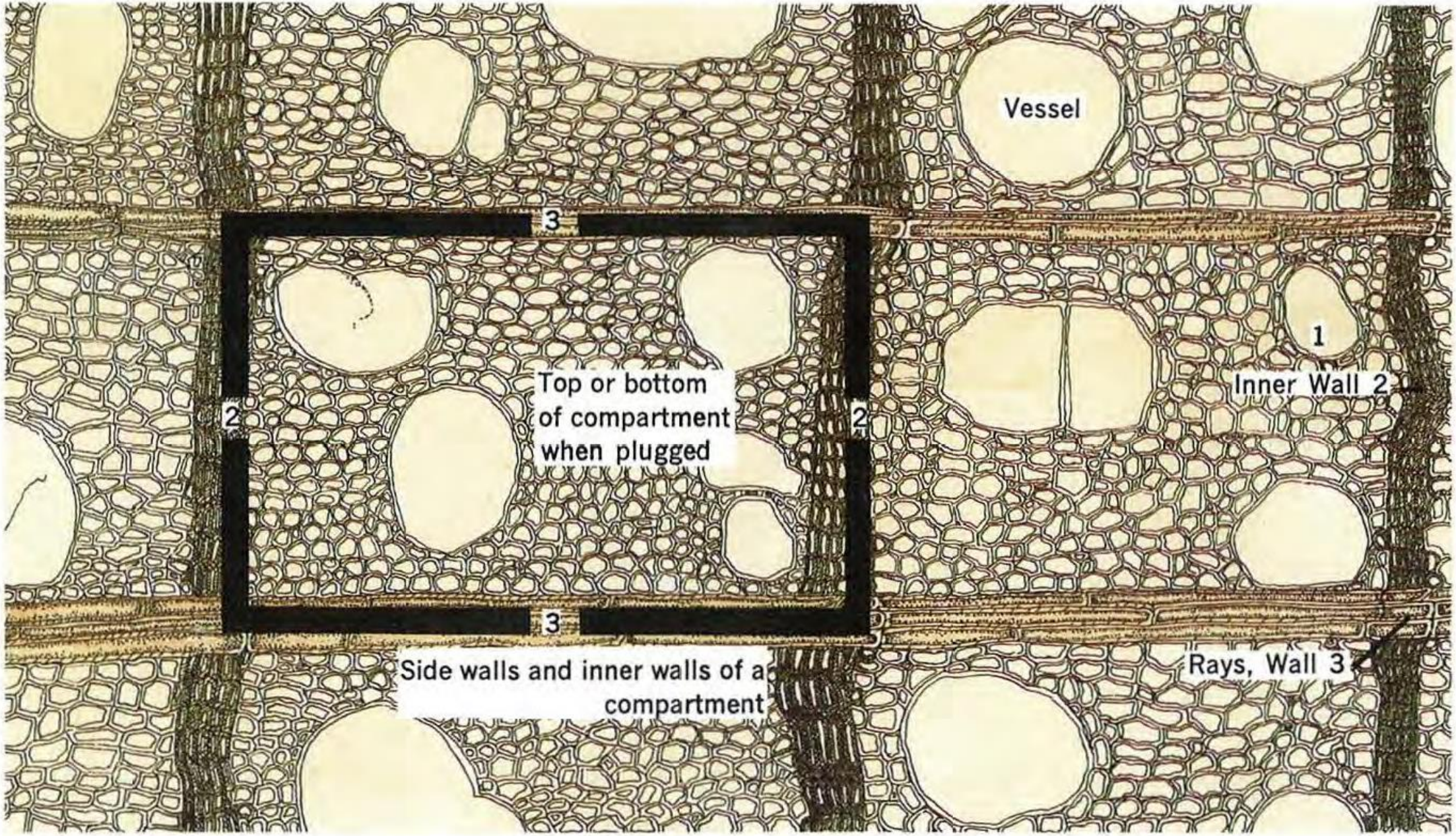
Stena 3

Tretjo steno tvorijo celice radialnega parenhima, ki so skupine trakovnih celic, usmerjenih pravokotno na os debla, ki delijo deblo na segmente, ki nekoliko spominjajo na rezine pite. Te skupine celic niso neprekinjene in se razlikujejo po dolžini, višini in debelini ter tvorijo labirintu podobno oviro za tangencialno širjenje patogenov. Po poškodbi v nekaterih trakovih nastanejo tudi kemične spojine strupene za nekatere mikroorganizme.

To je najmočnejša stena v času nastanka rane in pred nastankom četrte stene.

Če pride do preboja katerekoli od sten 1 do 3 bodo nastale nove zaščitne cone (na prerezu debla se to vidi kot bi nastajali oblaki)

Section A

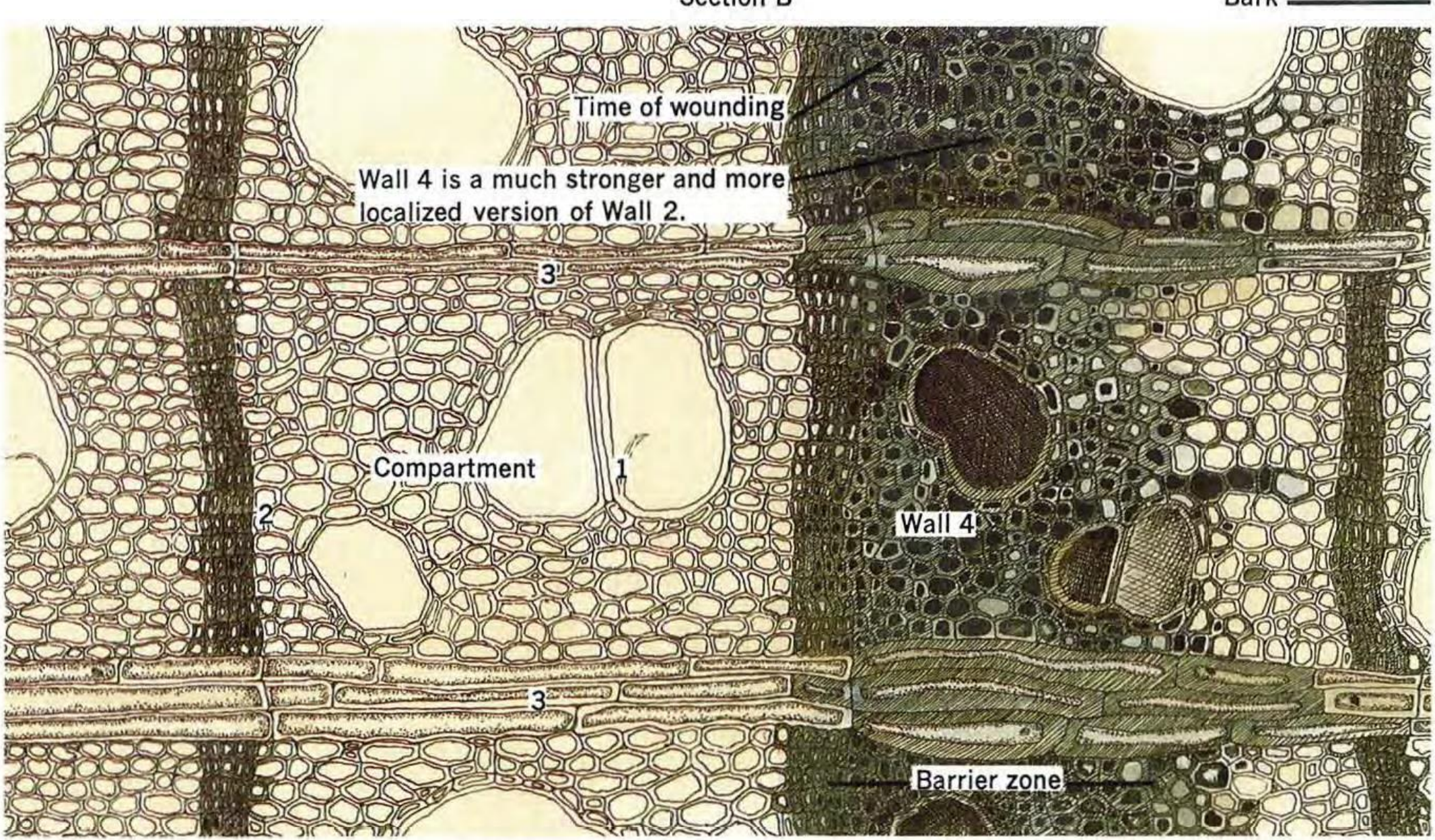


Bark

Stena 4

Četrta stena, znana kot barierna cona, nastane z novo rastjo specializiranega lesnega tkiva na zunanjosti drevesa, ki izolira tkivo, prisotno v času okužbe, od nadaljnje rasti. To je najmočnejša stena in pogosto edina, ki lahko z zapiranjem rane z novim lesom popolnoma zaustavi širjenje okužbe. Celice barierne conse so prepojene z zaščitnimi snovmi (fenoli, suberin, ipd.), so tudi anatomsko nekoliko drugačne od celic kambija.

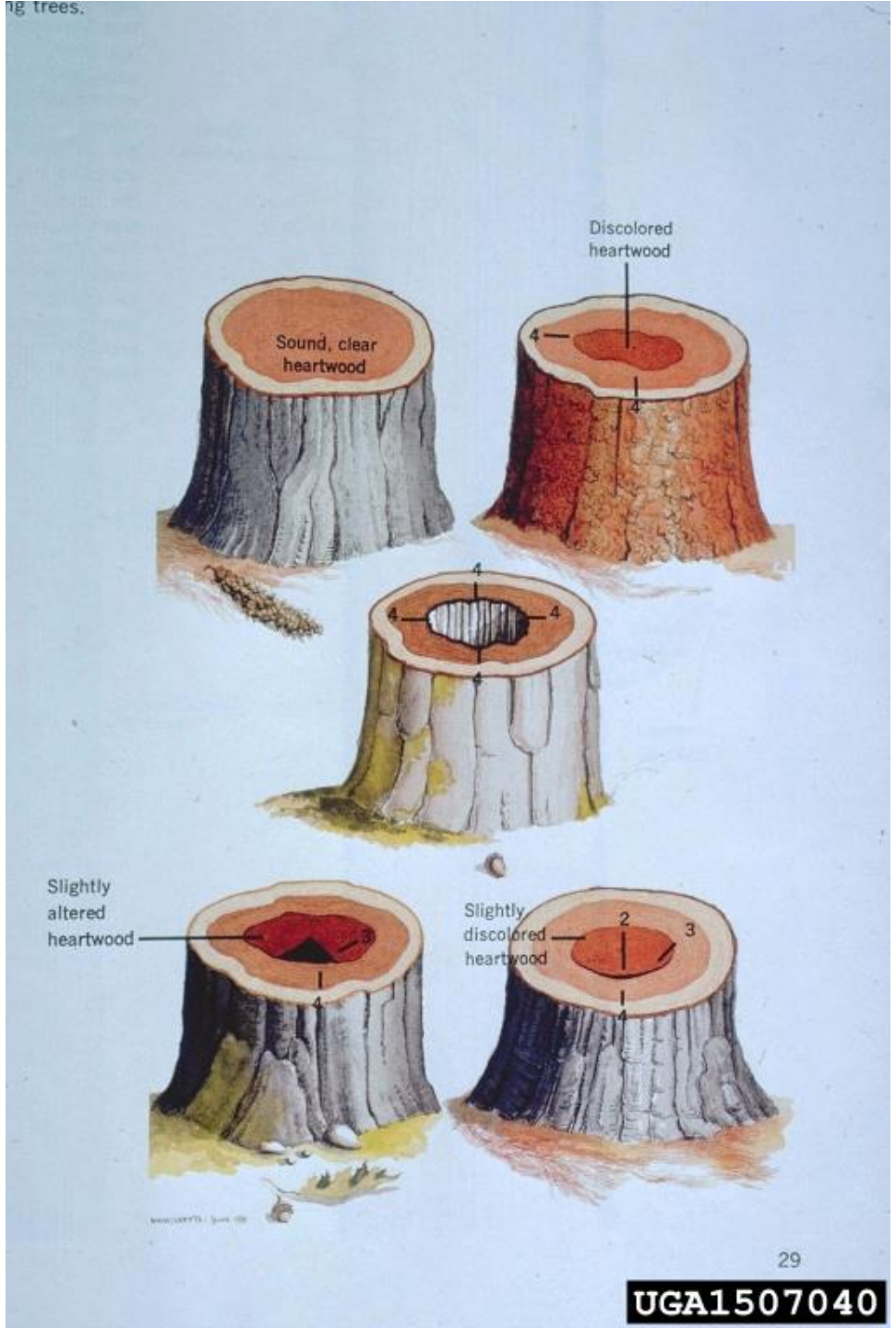
Glavna naloga te plasti je zaščita novonastalega lesa pred vdorom patogenov iz poškodovanega dela debla. To je t.i. stena 4



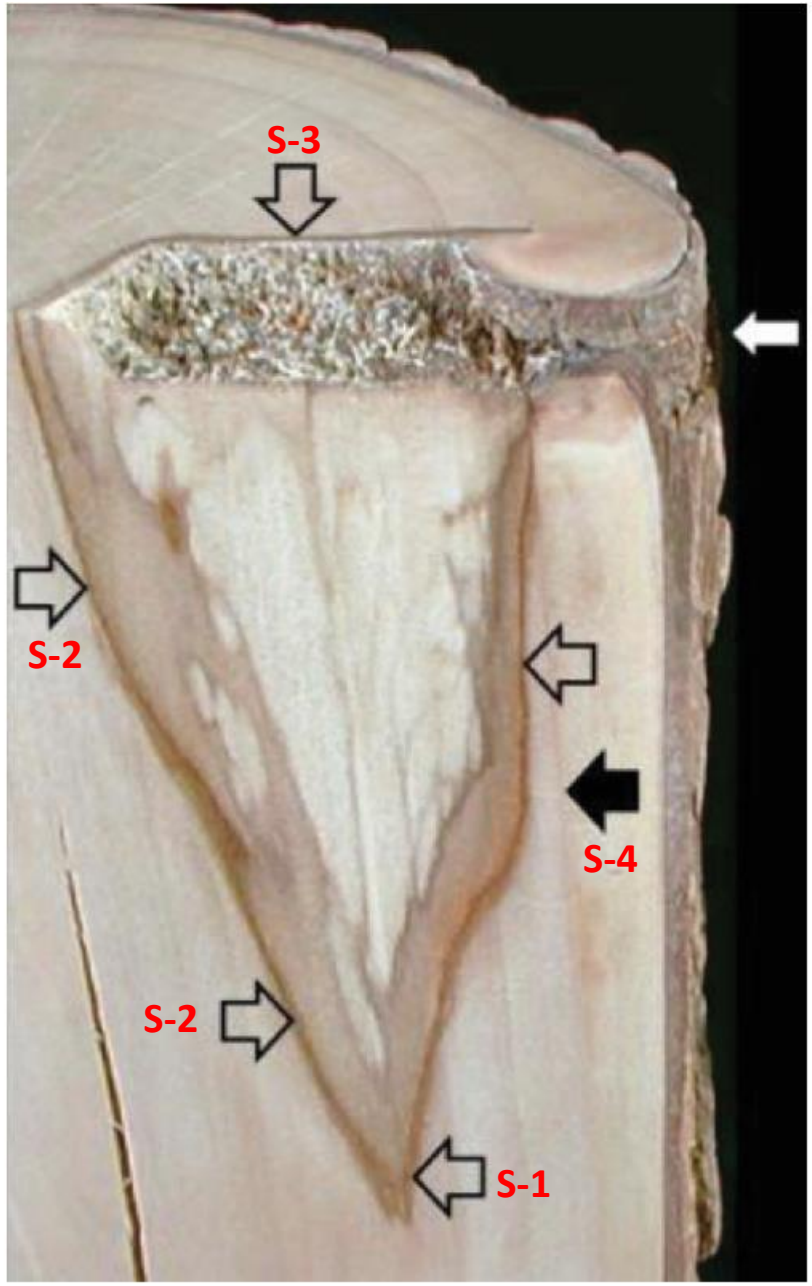
1—Top and bottom walls are weakest walls 2—Inner wall 3—Ray wall
4—Barrier zone equals strongest wall

Ko ostane nedotaknjena le še četrta stena, je rezultat nekaj, kar je večina ljudi videla na sprehodu po gozdu ali v parku - živo drevo s popolnoma razgrajeno notranjostjo. V takšnih primerih je okuženo vse tkivo, ki je bilo prisotno v času poškodbe ali pred njo, medtem, ko je zdravo samo še tkivo and četrto steno in je bilo formirano po poškodbi.

Govorimo o votlem drevesu, kjer je živ samo še zunanji plašč oz nekaj branik pod kambijem.



Slika: USDA Forest Service - Region 8 - Southern , USDA Forest Service, Bugwood.org



Izolacija ali kompartmentalizacija poškodbe pri ambrovcu (*Liquidambar styraciflua*) eno leto po namerni poškodbi (bela puščica). Najnovejša oblikovana reakcijska cona ločuje obarvanje, ki ga povzroči rana, od zdrave beljavine (obrobljene puščice), prisotne v času poškodbe, kar ustreza stenam 1–3 CODIT. Barierna cona (polna črna puščica), ki ustreza steni 4, ločuje les, ki je nastal po poškodbi, od lesa, ki je bil prisoten v času poškodbe. Svetel, obeljen les s temnejšimi nitmi kaže na aktivno razgradnjo z glivami, ki razgrajujejo lignin (ostane svetla celuloza), ta predel je obkrožen z razbarvanjem, ki je posledica ranitve in ga omejujejo reakcijske in barierne cone (povzeto po Shortle and Dudzik, 2012)

Vir: Smith, Kevin T.. “Whither compartmentalization of decay in trees? A commentary on: 'Using the CODIT model to explain secondary metabolites of xylem in defence systems of temperate trees against decay fungi'.” Annals of botany 125 5 (2020): iv-vi .







Prevalitev ranjenega dela in nastanek kalusa

- Po poškodovanju debla se na robovih rane, na mestu kjer je skorja nedotaknjena, začne proces prevalitve ali preraščanja rane.
- Drevo poskuša z novimi tkivi, ki izhajajo iz kambija in felogena “popraviti” nastalo rano.
- Z intenzivno rastjo kambija na robu rane nastane odebeljeno tkivo, ki se imenuje poranitveno tkivo ali kalus.
- Kalus bo v najkrajšem možnem času skušal prekriti rano (vendar mu to vedno ne uspe)
- Pri iglavcih je pojav smole na mestu ranitve dodatna mera zaščite pred vdorom patogenov, tudi tisti iglavci, ki sicer nimajo smolnih kanalov začnejo proizvajati smolo z nastankom travmatskih smolnih kanalov.



Prevalitev rane

- Zapiranje rane ni vedno uspešno
- Na uspešnost vpliva:
  - velikosti rane
  - globina rane
  - drevesna vrsta
  - čas nastanka poškodbe
  - starost in vitalnosti drevesa
- Prevalitev rane se ponavadi začne spomladi, ko se začne nova rastna sezona, zato se npr. obrezuje pred začetkom rasti
- Vsi arboristični posegi se morajo izvesti v v času ko dreves začenja z rastjo, ali pa tik pred tem

Sanacija zelo velikih poškodb

Velike poškodbe so:

- veliki odlomi vej
- poškodbe debla od trkov vozil
- vandalizmi

Poškodbe se sanira z:

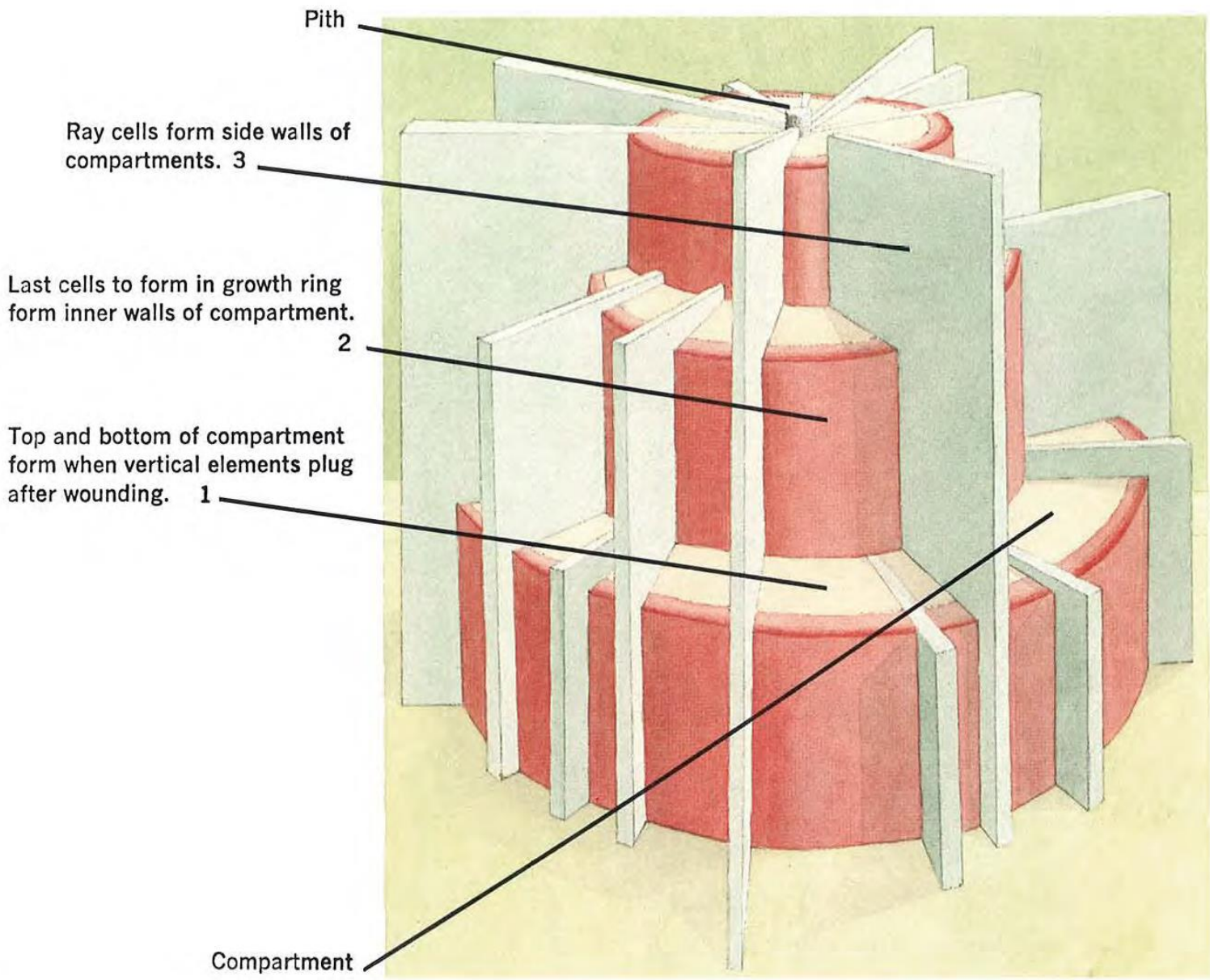
- odrezom veje in izravnavo mesta poškodbe
- velike rane na deblu se prikrije s temno plastično folijo, da se zadrži ustrezno vlažnost in da se predel rane ne izsuši (ni pretirano uspešno, delno učinkovito, če se namesti takoj, ko nastane poškodba)

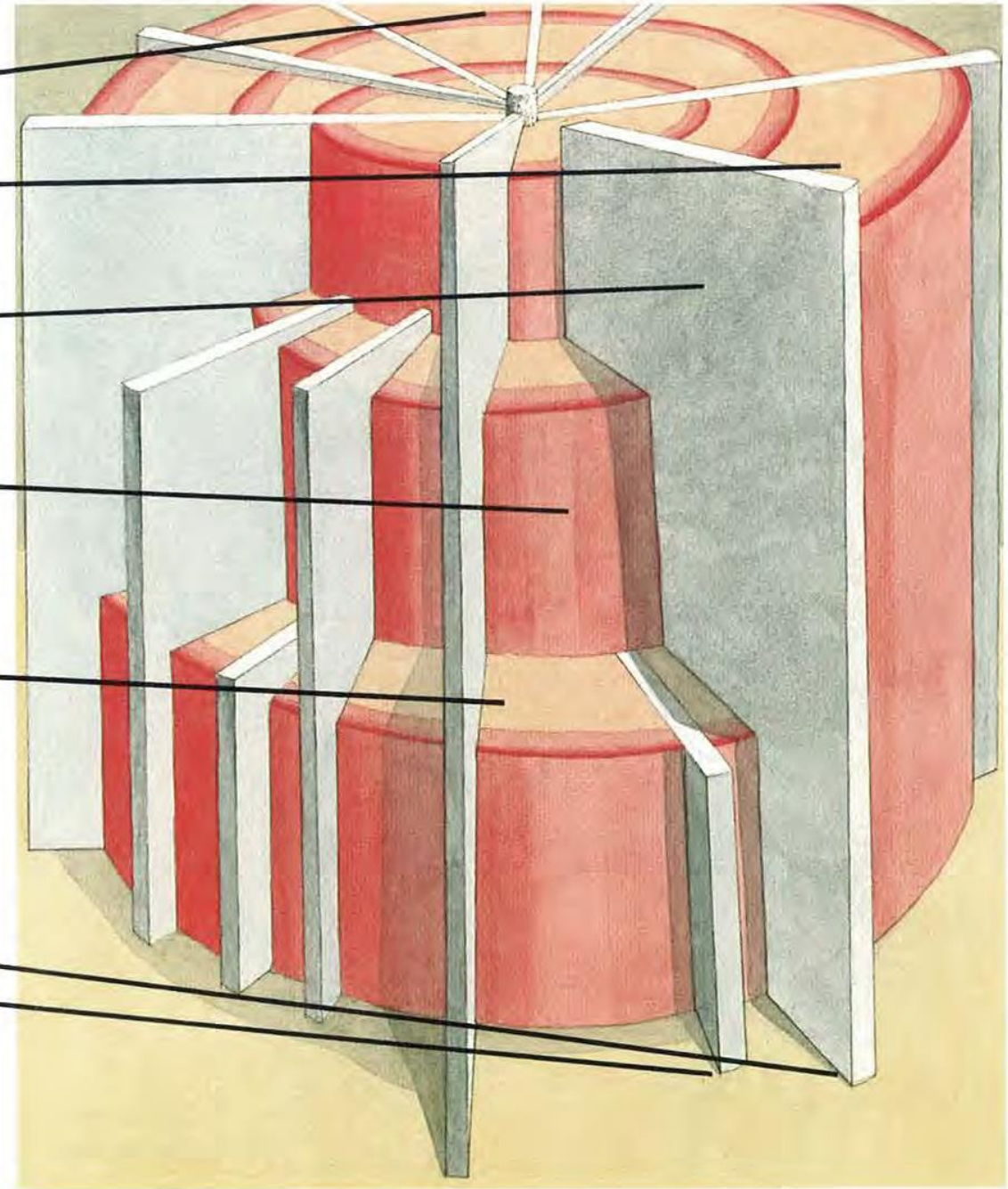
Viri

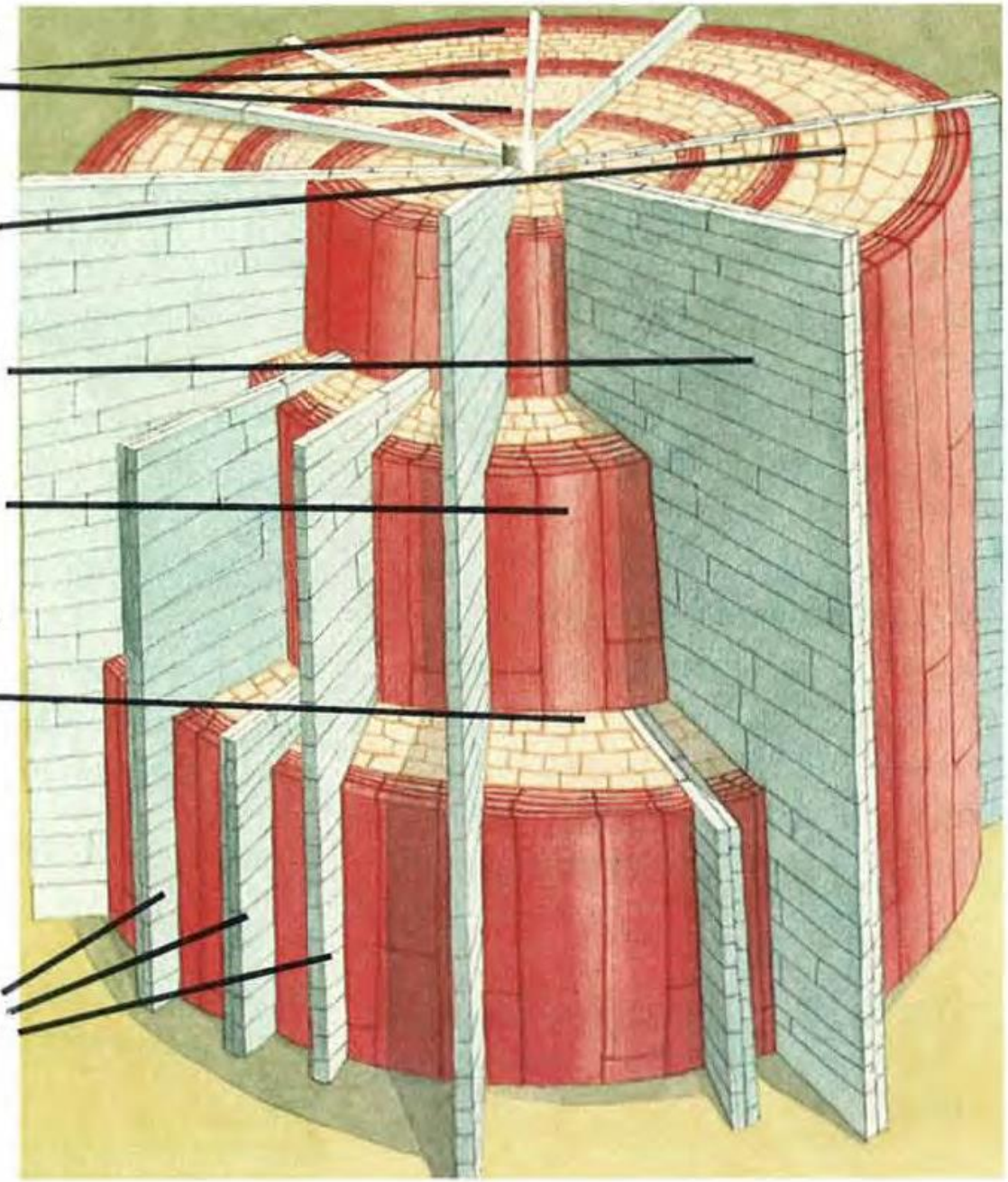
- *Shigo, A.L. (1984). "Compartmentalization: A Conceptual Framework for Understanding How Trees Grow and Defend Themselves". Annual Review of Phytopathology.* ***22*** *(1): 189–214. doi:10.1146/annurev.py.22.090184.001201.*
- Oven P (1999) Odziv drevesnih tkiv na poškodbe in infekcijo - 2. kambijeva cona. Zbornik gozdarstva in lesarstva: 189-217.
- Oven P (1998) Odziv drevesnih tkiv na poškodbe in infekcijo - 1. živa skorja. Zbornik gozdasrtva in lesarstva: 113-133.
- Torelli N (1995) Reaction of beech and silver fir to mechanical wounding in view of CODIT model concept. Acta Pharmaceutica 45: 209-212.

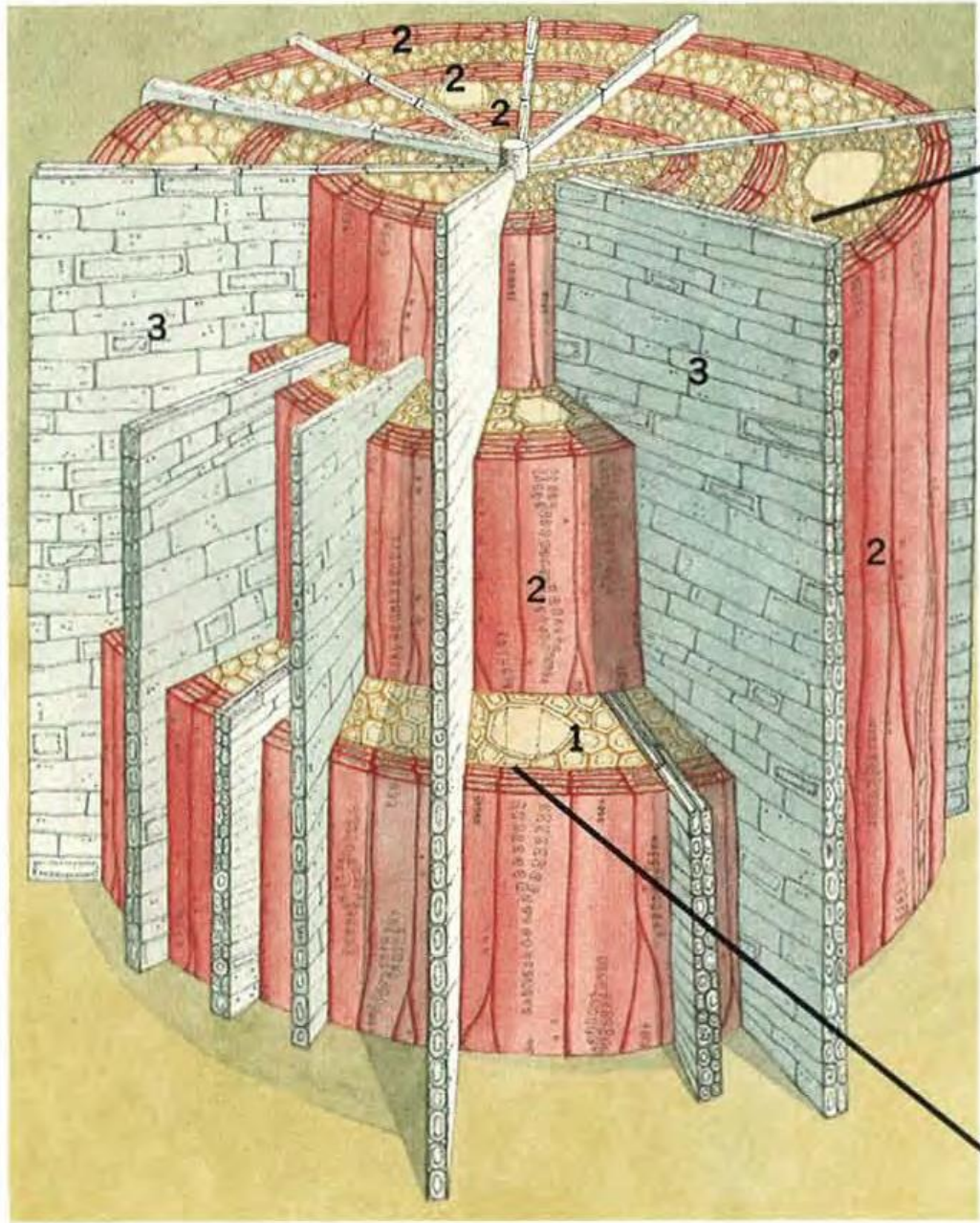
Konec

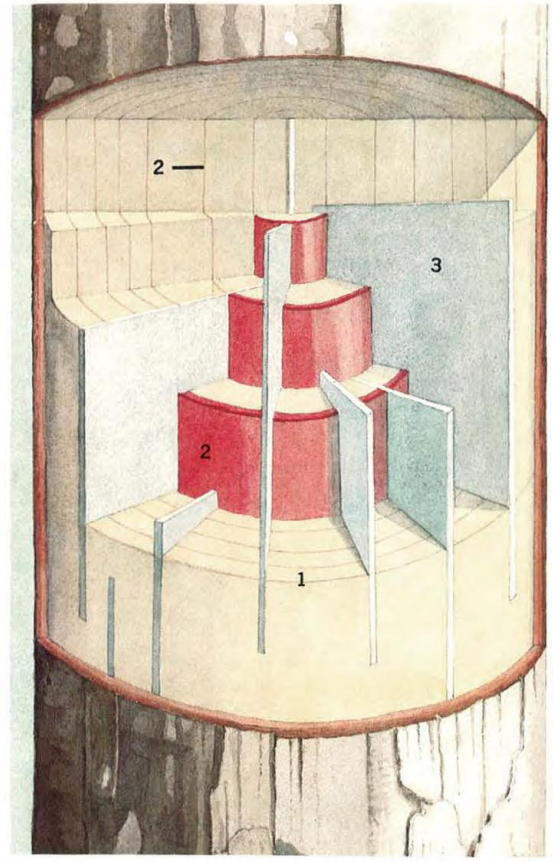
give the mental impression of "rooms" or compartments in the tree.)




Wall 2 is continuous around growth ring and from top to bottom of the tree.
Compartment
Side Walls 3 are the strongest walls. Present at time of wounding.
Inner Walls 2 are the next weakest walls.
Wall 1 is incomplete until heartwood forms or after wounding. It is not planar.
Top and bottom Walls 1 are the weakest walls.
Wall 3 is discontinuous. Sheets of ray cells may end abruptly both radially and longitudinally.
Each growth ring is made up of many compartments.

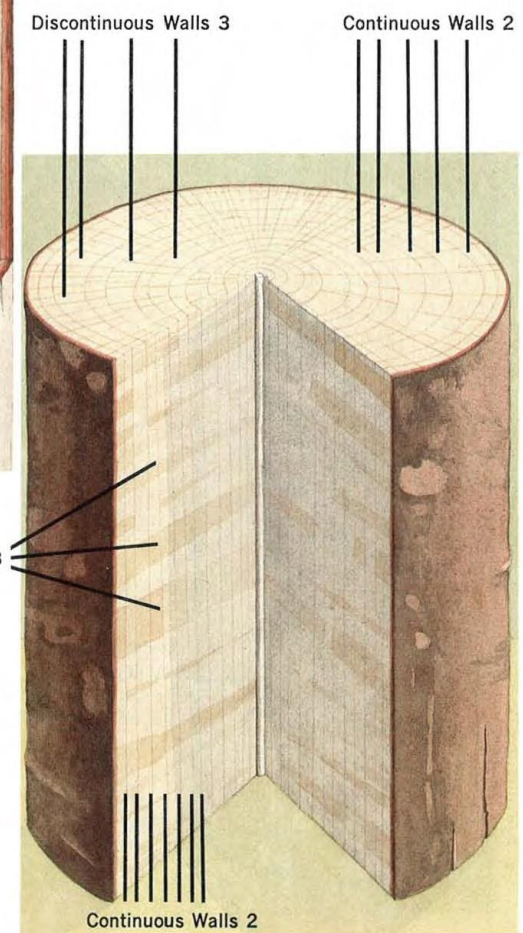

Walls 2 are continuous around the rings and from top to bottom.
A compartment
Wall 3
Wall 2
Wall 1 is incomplete until after wounding.
Walls 3 are discontinuous inward and up and down.

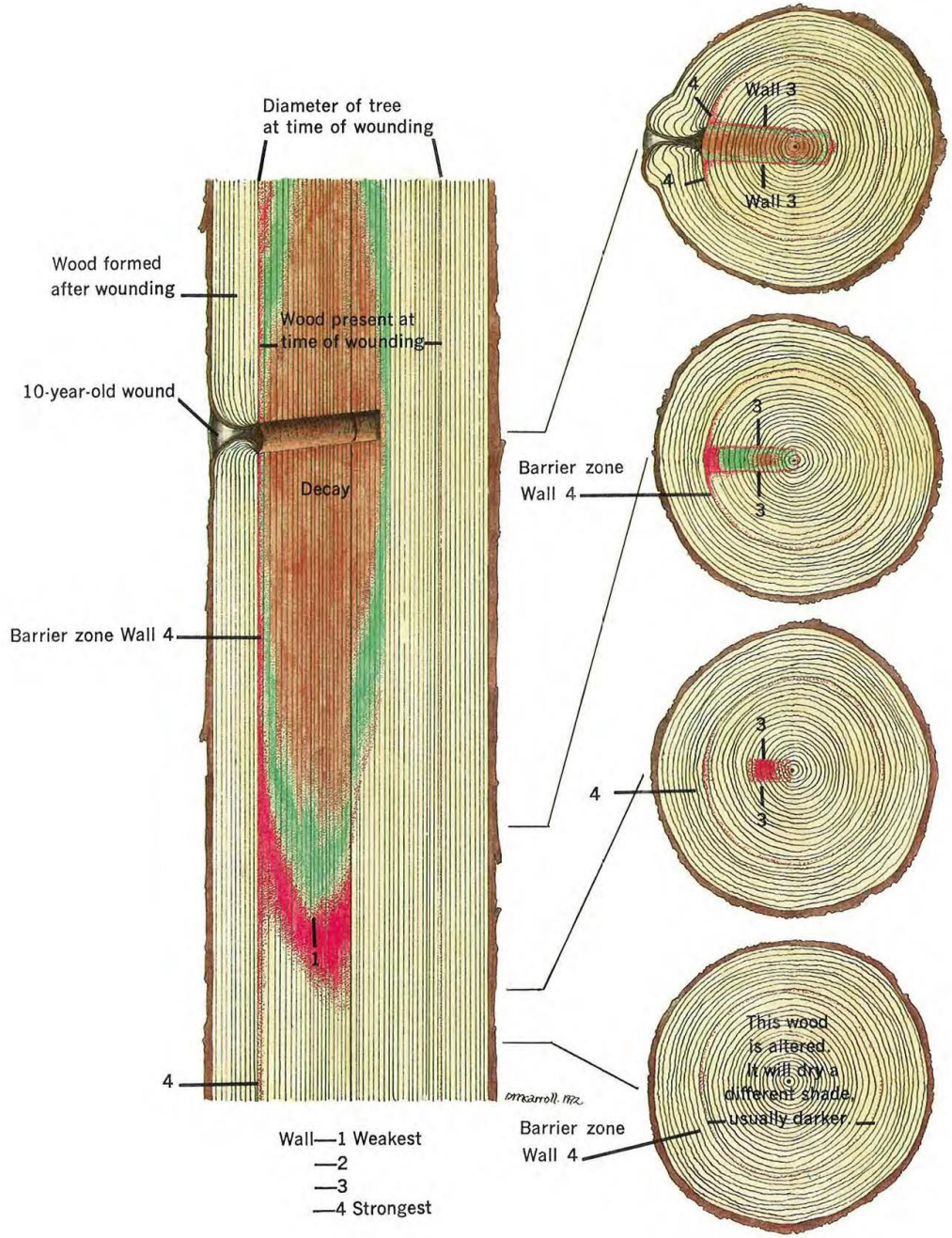

2
2
2
3
3
2
2
1
A compartment
Vascular elements plug after wounding and complete Wall 1.

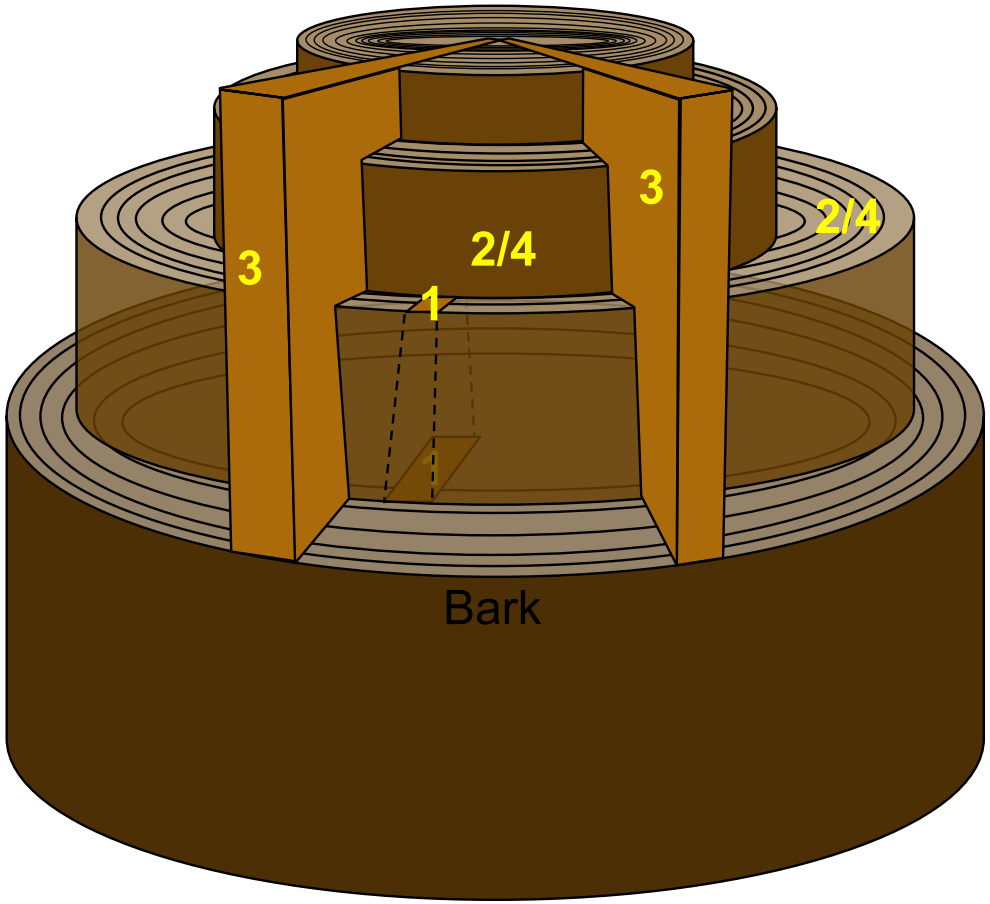


Each growth ring is made up of many compartments.

A tree is a highly compartmented plant.




Diameter of tree
at time of wounding
Wood formed
after wounding
Wood present at
time of wounding
10-year-old wound
Decay
Barrier zone Wall 4
1
4
Wall—1 Weakest
—2
—3
—4 Strongest
4
Wall 3
4
Wall 3
Barrier zone
Wall 4
3
3
3
4
3
This wood
is altered.
It will dry a
different shade,
usually darker.
Barrier zone
Wall 4


3
2/4
1
3
2/4
Bark