

## PUIDUKAITSEVAHENDITE KASUTAMINE VÄLISTINGIMUSTES

Urve Kallavus, Dr.Habil.Chem., TTÜ emeritprofessor

### Puit

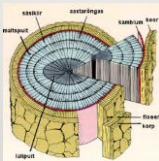
- 2
- Puit on loodusest pärit materjal.
  - Tema saamiseks on saada osaks ainete ringkäigus toimuvale lagunemisprotsessile, mida toimetavad mitmesugused mikro- ja makroorganismid (biolagunemine).
  - Puit on olnud aegade hämarusest saadik ka käepärane ehitusmaterjal.
  - Muistsetel aegadel peeti tavaliseks, et puitmaterjal laguneb mingi aja jooksul koost, aga mikroorganismide osa selles avastati alles 19. sajandi keskpaiku.



**KAHJUSTUSI**  
 SAAB ÄRA HOIDA TEADES,  
 MILLISTES FÜÜSIKALISTES,  
 BIOLOOGILISTES  
 JA  
 KLIMAATILISTES OLUDES NEED  
 TEKIVAD

### Malts- ja lüüspuit

- 3
- tüve väline, heledama värvusega osa;
  - koosneb vedelikke juhtivatest rakkudest;
  - kevadpuidu rakud sisaldavad palju niiskust;
  - imab ja kaotab vett kiiresti;
  - asustatakse kiiresti kahjuritega.
  - tüve sisemine, vahel tumedama värvusega osa;
  - koosneb surnud rakkudest, mis annavad puule tugevuse;
  - ei võta osa vedelike transportidist;
  - sisaldab tunduvalt vähem niiskust kui maltspuit;
  - imab ja kaotab vett aeglaselt;
  - Üldiselt vastupidavam kahjuritele.



## Säsikiired

- 4
- horisontaalselt raadiuse suunas kulgevad rakkude süsteemid.
  - ülesandeks on toitainete säilitamine ja horisontaalsuunaline transport.
  - ülesanne on juhtida vett ja **toitaineid** tüve sisse ja sealt neid säilitada.



**TEHNILISEST KÜLJEST**  
 vaadates on säsikiired üheks puu nõrgimaks kohaks, sest seal sisalduvad orgaanilised toidained loovad soodsad tingimused seente kasvuks ja levikuks

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Vesi

- 5
- Vee olemasolu on kriitilise tähtsusega:
    - puidu punnutamiseks.
    - lagunemisreaktsioonide reagent.
    - Vee abil sisestavad seened ensüüme puitu ning aitavad puidu lagunemise toimetada.

**Puidu kaitsmiseks ilma kemikaalideta tuleks kontrolli all hoida vaid puidu niiskust.**




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Puit ja niiskus

- 6
- **NIISKUS** - PUIDUS LEIDUVA VEE MASSI SUHTE VASTAVA KUIVA PUIDU MASSI, %  
 NIISKUS VÕIB ÜLETADA 100...200%  
 \* \* \*

- Puitmaterjali tuleks aeglaselt kuivatada 18-20% niiskuseni (õhkkuiiv), et teda biokahjustuste eest kaitsta.
- Vabaõhkuivatus - mitu kuud, sõltub ilmastikust, min. 17-18%;
- Kiirkuivatus - tunduvalt lühem, kaasajal domineeriv, kuid probleeme tekitab.



**NIISKUSESISALDUS TOORES MÄNNIS**  
 maltspuit - 134%      lülipuit - 34%

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Puidu lagunemine

- 7
- **Abiootiline**
  - **Biootiline**




---

---

---

---

---

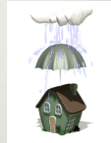
---

---

---

Abiootiline lagunemine

- 8
- **Ilmastiku mõju**
    - tuul, vihm, nähtav ja ultravioletne valgus, õhutemperatuuri kõikumised;
  - **Mehaaniline kulumine**
  - **Keemilised mõjutused**
    - tugevad alused ja happed, metallid, orgaanilised kemikaalid




---

---

---

---

---

---

---

---

Abiootiline lagunemine

- 9
- Temperatuuri tõusul üle **100 °C** algavad koos niiskuse eemaldumisega puidu keemiliste komponentide lagunemis- ja muundumisreaktsioonid.
  - Termokeemilistele protsessidele alluvad kergesti puidu ekstraktiivained ja hemselluloosid.
  - Tselluloos ja ligniin lagunevad üsna aeglaselt ja kõrgematel temperatuuridel.
  - Tugevad happed lagundavad puidu polüsahhariidset osa, vähendades tugevust.
  - Tugevad alused lagundavad ligniini, muutes puidu valgeks kiuliseks massiks.
  - Kontsentreeritud orgaaniliste ainete lahused või soolade lahused lõhuvad puidu maatriksit, halvendades materjali omadusi.
  - Päikesevalguse UV komponent tekitab puidus vabu radikaale, mis omakorda lagundavad puidu polümeerseid komponente. Puit muutub päikesevalguse käes hõbevalgeks – ligniin laguneb.
  - Mehaaniline kulumine vähendab puidu massi ning võib esineda koos teiste mõjutustega. Treppide ja astmete ehitamisel tuleb valida kulumiskindel puit.

---

---

---

---

---

---

---

---

*Biotoiline lagunemine*

10

- Biotoolist lagunemist põhjustavad:
  - bakterid,
  - seened,
  - putukad,
  - oherdid (ussja kehaga merekarp soojades ja soolastes vetes),
  - loomad ja linnud (mehaaniline lagunemine).
- Vajalikud tingimused:
  - temperatuur 0–40°C (optimaalne 25–32°C),
  - hapnik,
  - vesi,
  - toit – orgaaniline aine.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

*Mikroorganismide tegevused*

11

- Hapete tootmine.
- Aluste tootmine.
- Orgaanilise aine lagundamine.
- Mineraalide lagundamine.
- Niiskuse säilitamine.
- Pinna osade mehaaniline peenestamine.
- Pinna aluskihtidesse sisse tungimine.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

*Mikroorganismide tegevused*

12

- Paljud ehitusmaterjalid on hallituseente arenguks väga sobivad, kuna **sisaldavad ise vajalikke toiteaineid**.
- Kasvavad nii pinnal kui ka sees.
- Tselluloosi sisaldav materjal (paber ja selle tooted), papp, kipsplaadid ja puit eriti sobivad.
- Teistel materjalidel nagu kivi, tolm, värvid, sünteetiline tapet, isolatsioonimaterjalid, seinapaneelid, vaibad, tekstiil, polster jm. kasvab hallitus sobival niiskussastmel tänu nende materjalide pinnal leiduvale, sinna ohust sadenenud orgaanilisele ainele.
- **Pole päris õige!**
- Värvide koostises olevad ained võivad samuti olla hallituseentele sobivaks toiduks.

---

---

---

---

---

---

---

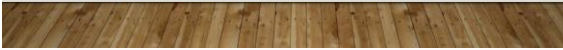
---

---

---

## Puitfassaadid

- 13
- Ilma viimistlemata.
  - Termopuit.
  - Puitkilbid (vineer).
  - Immutatud puidukaitsevahendiga.
  - Värvitud.
  - Lakitud.
  - Muul viisil töödeldud (nt. söestatud jm.)




---

---

---

---

---

---

---

---

## Viimistlemata vana puit

14

Esinevad kõik biokahjustuse liigid. Kahjustus tekkitab pika aja jooksul ebasoovitavaid tingimustes.




---

---

---

---

---

---

---

---

## Viimistlemata uus puit

- 15
- Sinavusseened, hallitus.
  - Puitmaterjalide tootmise kvaliteet mõjutab lõpptootme kvaliteeti.



Miks ainult osa laudu on sinised?




---

---

---

---

---

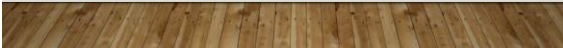
---

---

---

## Viimistlemata terrapuit

- 16
- 5.aastat kasutusel olnud terrassilaud.
  - Puitu lagundavad seened.




---

---

---

---

---

---

---

---

## Sügavimmutatud puit

17



- Puidu sügavimmutamine tõstab tunduvalt puidu niiskusesisaldust.
- Alati leidub keegi, kes immutuskemikaalide suhtes on resistentne.

## Hallitusseened



Sügavimmutatud puit



17

---

---

---

---

---

---

---

---

## Puidukaitsvahendid - värvid

- 18
- Viimistlusmaterjalid sisaldavad järgmisi koostisosasid:
    - kiletakitajad ehk sideained (värnitsad, oksoolid, looduslikud ja tehisvaigud, nitrotselluloos).
    - Lahustid ja vedeldajad (tärpetin, lakibensiin, solvent, atsetoon, nitrolahusti).
    - Värvained ja pigmendid.
    - Täiteained (kriit, talk, pimss, kaoliin).
    - Plastifikaatorid.
    - Sikatiivid.




---

---

---

---

---

---

---

---

## Värvitud puit

## • MIKSVÄRV HALLITAB?

## • KEEMILISED põhjused:

- Sideaine toimib toiteainete allikana,
- Puidu aluspind oli enne värvimist saastatud seeneeostega,
- Fungitsiidi sisaldus värvis ei ole piisav,
- Fungitsiidi toimeaeg oli liiga lühike,
- Ei kasutata enam mürgiseid värvipigmente (Pb, As, Cr...)

## • OHUTUD KESKKONNASÕBRALIKUD SEENETAPJAD

- In-con fungitsiidsed värvilisandid – ei lase värvi ennast hallitama minna.
- Ohutud kasutajale, sisaldus liiga väike mõjuvad mõned aastad.
- Viimistletakse seenkahjustatud puitu.
- Naturaalsed linaõlitooted sisaldavad valku, mis on toiduks hallitusseentele.

19

## Värvitud puit

## 20 • MIKSVÄRV HALLITAB?

## • FÜÜSIKALISED põhjused:

- Viimistletakse hoovaldamata puitu – värvikiht õhuline
- Värvikihi tihedus liiga väike
- Vee kondensatsioon värvi pinnale toob vees lahustuvad ekstraktiivained pinnale
- Värvikihis esinevad defektid
- Ei sobi meie kliimas välisfassaadi viimistlemiseks
- Värvimistehnoloogia valik
- Jne....

## Värvitud termopuit

Veepõhine akrüül-alküüd  
vaigu baasil viimistlusmaterjal.  
Kasutamiseks välistingimustes.



Hallitus levib ainult  
värvikihis.



21

## Värvitud puit

- Õlivärviga viimistletud puitlaudis.
- Peale üleujutust aeglaselt kuivanud.
- Puitu lagundab torikseen.



- Pinotex teak 5 a. tagasi värvitud aed.
- Samblikud, vetikad ja seened.



22

---

---

---

---

---

---

---

---

## Värvitud puit

- 2 aastat seisnud ilma värvita, seejärel värvitud vesialusel värviga.
- 3 aastat hiljem.
- Värv koorub laua otste lähedalt.
- Sinavusseened kasvavad värvikihi all ja lükkavad selle pealt lahti.



23

---

---

---

---

---

---

---

---

## Värvitud puit



- Euroopa standard EN 844-10 määratleb ühe ümarpuidu ja saematerjali värvusrikke tüübina **sinavuse** (blue stain – ingl.k), mis on seentest põhjustatud värvusriike värvusmuudatusega kahvatusinisest kuni mustani.
- Kahjustus võib olla pindmine või ulatuda kuni maltspidude ala sügavuseni.
- Sinavusseened tungivad värskeltlangetatud puitu sisse piki säskiiri.
- Tarbivad toiduks seal leiduvaid lihtsaid suhkruid ning tärklisi.

24

---

---

---

---

---

---

---

---



### Värvitud puit

- Vana linaõlivärv kriidistub ja pudeneb maha.
- Biokahjustust ei ole.
- Omad puudused!



Vana linaõlivärv

25

---

---

---

---

---

---

---

---

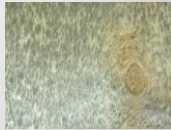
---

---

### Kui kindel on niiskusekindel vineer?

26

- Niiskuskindlat vineeri sobib kasutada ka välitingimustes.
- Niiskuskindlaks teeb vineeri spetsiaalne liim.
- **Mitte puit!!!**
- Tavaliselt kasutatakse kasevineeri või segavineeri, harva okaspuuvineeri.
- Suhtelise õhuniiskuse 95% juures on vineeri tasakaaluiniiskus 20-25%.
- Kuigi vineer talub küllalt kõrget õhuniiskust, tekib **kondentsvee** seismisel niiskuskindla vineeri pealmisel spoonil hallitus.
- Märgunud vineeri kihid hallitavad üksteise järgi läbi.
- Vineer kaotab oma mehaanilised omadused.
- Lehtpuul tungib hallitus sügavale puidu pooriesse – seda ei saa pleegitada ega maha hõõeldada.
- Hallitanud vineer on ohtlik maja elanike tervisele.



26

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Lakitud fassaadivineer ja puit

- Plaatide servad ei ole õigesti niiskuse eest isoleeritud.
- Hallitusseened ja sinavusseened.
- Kui lakitud puidust aknaraamid muutuvad tumedaks, siis on põhjuseks korralikult kaitsmata puidu otspinnad.
- Hallitus ja sinavusseened.



Läige kaetud vineeri fassaadipuit.



Laki alla on tekkinud hallitus

27

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Lokitud puit

- Kaks aasta vana Itaalia päritolu aiavõõbel.
- Talvel seisib väljas.



- Pinnakatte ristlõige.
- Sinusseened ja hallitusseened on tunginud läbi lakikihi puidu sisemusse.



28

---

---

---

---

---

---

---

---

## Lokitud puit

- Lakitud liimpuit 2 aastat vana.



- Linaõlilakk ei ole sobiv viimistlusmaterjal Eesti kliimas.
- Hallitus ja sinusseened.



29

---

---

---

---

---

---

---

---

## Puiduõli

- Puiduõliga immutatud kaetud väliterrassi postid.
- 3 aastat.
- Hallitusseened.
- Immutusõliga töödeldud puidu pind läheb aja jooksul hallitama.
- Puidu pragunemine ilmastiku mõjul teeb samasugust tööd kui lakikihi puhul.
- Kui aiavõõbel läheb hallitama juba esimeseks sügiseks, on selge, et puidu viimistlemiseks on kasutatud välitingimustesse mittesobivaid materjale.
- Aiavõõbli hallitama minekus on süüdi eelkõige **ebaõige puidu kaitsmine** keskkonnaningimuste eest.



30

Välitingimustes kasutatavat aiavõõblit tuleb sagedasti hooldada arvestades puidu viimistluskihtide omapära.

---

---

---

---

---

---

---

---

## Puidukaitse

- 31
- Puitu saab kaitsta biolagunemise eest kahel viisil – kas muuta elukeskkond mikroorganismidele füüsiliselt ebasoovitatavaks või siis mürgiseks.
  - Esimesel juhul on asi lihtne.
  - Kuna mikroorganismid vajavad elutegevuseks olulises koguses vett, siis tuleb vähendada vee kogust puidus.
  - Seda saab teha kahel viisil – puidu kontrollitud kuivatamisega/kuumutamise või puidule täiendavate vetthülgavate omaduste andmisega keemilise töötluse teel.
  - Siis oleks ainult vaja kaitsta puidu pinda ilmastikumõjude eest, milleks sobivad värvid ja muud pinnaviimistlusvahendid.
  - **Sellisel viisil saab puitu kaitsta vaid olukorras, kus see ei puutu kokku püsiva niiskuseallikaga.**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Puidukaitse

- 32
- Veega, pinnasega, kõrge niiskuseimavusega teiste ehitusmaterjalidega või kõrge õhuniiskusega keskkonnaga kokkupuutes omandab puit aja jooksul tasakaalulise niiskusesisalduse temaga kontaktis oleva keskkonna või materjaliga.
  - Ümbristes keskkonnas ja ka puitmaterjali pinnal esineb alati mingis koguses puitu lagundavate ja hallitusseente eoseid, mis ootavad oma võimalust sobival alusel kasvama hakata.
  - Niiskusesisalduse tõusuga puidus avanevad biokahjustajatele võimalused.
  - **Puidu kaitsmiseks tuleb võtta karmimaid meetmeid, milleks on mikroorganismidele mürgiste kemikaalide sisestamine puidu sisemusse.**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Puidukaitse

- 33 **KONSTRUKTIIVNE**
- vältida puidu märgumist.
  - hoida puidu niiskusesisaldus **ühthlane**.
  - kaitsta puidu pinda päikesekiirte, vee ja tuule kulutava toime eest.
  - takistada puitu kahjustavate mardikate või nende tõukude ligipääs puidule.
  - puitkonstruktsioonide paigaldamisel jälgida, et puidu niiskusesisaldus ei ületaks 20% ja õhuniiskus 75%.
  - tagada normaalne hoone õhustatus.
  - hoida puidu ümbrus ventileeritud.

**MITTE SULGEDA HOONE ÜMBEREHITAMISEL VANA  
KONSTRUKTSIOONI UUE SISSE ILMA  
PUIDUKAITSEVAHENDEID KASUTAMATA**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Puidukaitse

## 34 KEEMILINE

- Pinnaviimistlusmaterjalid - sisaldavad sideainet, lahustit, pigmenti ja fungitsiidi.
- **OLULINE**
- **KÕIK PINNA VIIMISTLUSMATERJALID PEAVAD**
  - **TEATUD MÄÄRAL**
  - **NIISKUST LÄBI LASKMA**
- surge- ja vaakumimmutamine:
  - täisrakuprotsess (vaakum- rõhk- vaakum);
  - säästlik immutamine (rõhk- rõhk- vaakum);
  - OPM meetod (kuusele) (korduv rõhk-vaakum);
  - vaakumimmutamine (vaakum- madal rõhk- vaakum);
- immuti puitu süstimine - aplitseerimine (postidele).




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Puidukaitse

## 35 ENNETAV VÕI TÕRJVU

- Tõrjuvaid puidukaitsevahendeid **pole vaja**, kui puitkonstruktsioonile on tagatud õiged tingimused.
- Tõrjuvate vahendite kasutamine on vajalik vaid **renoveerimistehnoloogias**.
- Alati tuleb **eelistada** konstruktiivseid vahendeid.
- Liigniisket ehituspuitu tuleb saekaatriks (!) töödelda sinavusseente tegevust ennetava vahendiga.
- Sinavusseentest ja hallitusest mustaks tõmbunud puitu konstruktsiooni sees **ei töödelda** vaid eemaldatakse.
- Hallituskahjustuste puhul tuleb arvestada tõsist riski tervisele.
- Puitkonstruktsioone, mis satuvad vahelduva niiskuse piirkonda, töödeldaks ennetava vahendiga või kasutatakse sügavimmutatud puitu.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Ennetav töötlemine

- 36 • Sissekastmine.
- Pihustamine.
- Toore puidu immutamine (troopikas).
- Protsessi valik **ei sõltu** mitte ainult produkti soovitatavatest omadustest, vaid on tugevasti mõjutatud kasutatavate kemikaalide utiliseerimise võimalustest kohapeal (seadusandlus).




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

*Puidukaitsekemikaalid*

- 37
- Veēs lahustuvad soolad
    - sisaldavad **B, Cu, Sn**, (keelatud - Cr, As, Zn, F, Hg, Pb)
  - Veēs lahustuvad orgaanilise ained – kvaternaarse ammoniumisoolad.
  - Ölis ja orgaanilistes lahustites lahustuvad orgaanilised ained
    - nitro-, kloro-, fenool- jne ühendid.
  - Kreosoot (varsti ei enam kasutata).
  - Naftaproduktid (Kreool).
  - Puutõrv.
  - Linaõli.
  - Biotehnoloogilised kaitseained.
  - Keemiline modifitseerimine.
  - Nanotehnoloogilised kaitsevahendid.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

*Immutusõlid*

- 38
- NB! Immutusõlid ei ole puidukaitsekemikaalid.
  - Takistavad vaid vee sisseimbumist puitu.
  - Muutuvad puidukaitsevahenditeks, kui lisatakse puidukaitsekemikaale.
  - Toorlinaõli („Virgin“) ei sobi immutamiseks viimistluskihina.
  - Sisaldab valku, mis on hallitusseentele söögiks.
  - Samuti ei sobi naturaalne mesilasvaha – niiskes keskkonnas kattub hallitusega.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

*Puidukaitsekemikaalid - sinavärsed*

- 39
- Spetsiaalsed kaitsekemikaalid on AINULT ajutise toimega – kuni puit sattub normaalsetesse niiskuse tingimustesse.
  - Tavalised puidukaitsekemikaalid ei kaitse!
  - Vesialusel.
  - Juhul kui värskeltsaetud puit läheb ahikuivatisse, pole vaja kasutada.
  - Kasutatakse eelistatult vannimmutamist, võimalik ka pihustamine.
  - Naatriumpentaklorofenaat (NaPCP) on väga efektiivne – väga mürgine.
  - Üldiselt mürgised, ei tohi olla kontaktis veega ja maaga.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Kuumtöötlus

- 40
- Töötlemine kuni temperatuurini ca 200°C.
  - Vähendab puidu tasakaaluniiskust.
  - Illus pruunikas värvus.
  - Väiksemad deformatsioonid niiskumisel.
  - Ilmastikukindlam.
  - **NB! Mitte ilmastikukindel!**
  - „Seenekindlam“
  - Vajab keskkonnas kaitset hallituseente ja UV kiirguse ning teiste ilmastikumõjude eest.
  - Soovitavalt pigmenti sisaldav viimistlusmaterjal.
  - **Ei tee klienti õnnelikuks!**




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Uued meetodid

- 41
- Puidu atsetüleerimine.
  - Puidu keemiline modifitseerimine molekulaartasandil.
  - Tõstab oluliselt puidu hüdrofoobsust.
  - Dimensionaalselt stabiilsus.
  - Väga biokindel.
  - **Kallis!**




---

---

---

---

---

---

---

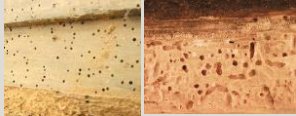
---

---

---

## Puidumardikad

- Puidumardikas ehk puukoi.
- Puukoi all mõeldakse puidumardikate tõuke, kes elavad puidus.
- Kahjustavad nii kuiva kui ka niisket puitu.
- Puukoi eelistab tungida sellisesse puitu, kus on juba olemas kerge mädanik või elutseb hallitusseen.
- Tõugud läbistavad puidu tihedalt ja ebakorrapäraselt suunatud käikudega.
- Jätavad järele kergesti puruneva ning tolmava jahusarnase massi.
- Rida erinevat liiki kahjureid mardikaliste seltsist, tooneseplaste ja siklaste sugukonnast.




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

#### Puidumardkad - tõrje

- Töölemine keemiliste vahenditega on aeganõudev ja mitte eriti efektiivne tegevus.
- Kahjuritest vastu saab kasutada kuumutamist, kodustes tingimustes saunalaval hoidmist.
- Toimeaeg peab olema piisavalt pikk, et kuumus jõuaks levida sügavale.
- Samas võib kuumutamine nõrgestada nt. vana mööbli valmistamisel kasutatud kondiiliimi.
- Muuseumieksponaate fumigeeritakse või hoitakse hapnikuvabas keskkonnas – aeganõudev.
- Kõige kindlam vahend puidumardikate vastu on stabiilselt kuiv ja soe keskkond ning liikuv õhk, näiteks keskküttega ruum.
- Sellistes tingimustes hävivad umbes poole aastaga – **mitte kõik liigid!**
- **Kui puidumardikate kahjustuse tekkepõhjused on alles, pole tagajärgedega võitlemisel mõtet.**

43

#### Puidukaitses areng

- 44
- Kuni eelmise sajandi lõpukolmandikuni oli põhiprobleemiks puitu lagundavate seentega võitlemine.
  - Töötati välja palju erinevaid kemikaale.
  - Kui puitu kasutatakse õigetes niiskuse tingimustes (mittesobivates seentel), siis on puidukaitskemikaalide kasutamine vaid ennetava tähtsusega.
  - Seoses puitu kasutamise intensiivistumisega hakati eirama ajaloolisi põhitõdesid puidulangetamiseks sobiva aja kohta – algas aastaringne ja liiga noore metsa langetamine.
  - Kiirkuivatamine.
  - Koheselt tekkis sinavuseente ja pindhallituse probleem.
  - Hakati välja töötama kemikaale selle vastu.
  - Seoses viimistlusmaterjalide kasutamise (mööbel, fassaadid) tööstuses toimunud suurte muutustega töötajate terviseriskide vähendamiseks töötati välja veega segunevad ja väiksemas mahus kemikaale emiteerivad värvid ja lakid.
  - Alga uus probleemide ajastu hallituskahjustuse totaalse levikuga.
  - Kestab tänaseni.

#### Uue ajastu probleem

- 45
- Enamus keemilisi puidukaitselahendeid ja nende komponente on puhta ainega mürgised ka teiste keskkonnaelaniike nagu taimed, kalad ja ka inimesed ise.
  - Seetõttu tuleb balanseerida mikroorganismidele piisava mürgisuse ja ohutu kasutamise piirimaal.
  - Siit kasvab välja aga uus probleem – kui mürgise kemikaali kontsentratsioon jääb ka mikroorganismile talutavuse piirimaale, siis areneb küllalt kiiresti välja resistentsus ning vahend enam „ei mõju“ või ilmuvad sinna teised (mikro)organismid, mis mürgi välja kannatavad.
  - Seda on näha näiteks sügavimmutatud puitmaterjalidel, mis märgudes pinnalt mustaks tõmbuvad.
  - Kuigi immutusvahend sisaldab ka hallitustõrjevahendit, ei sega see hallitusseenele seal kasvama.
  - Fassaadivärvid, mis sisaldavad seenetõrjevahendeid, kattuvad mõne aasta möödudes hallitusseentega või hakkab seal peal sammal kasvama.

#### Olulised märkused

- 46
- Oluline on, et puidukaitsekemikaal püsiks kaua puidu sees ja ei lenduks või leostuks kontaktis veega keskkonda.
  - Ühest küljest peaks efektiivne vahend olema veepõhine, sest nii imendub see kõige paremini mikroorganismi, ja avaldab kiiret toimet.
  - Kahjuks ei imbu vesi ise piisavalt sügavale puitu.
  - Seetõttu on välja töötatud lahusti- ja õlipõhised vahendid, või kasutatakse surveimmutust, millega viiakse toimeained sügavale puitu.
  - Vahendi valikul peab ka teadma, kelle või mille vastu soovitakse tõrjet teha.
  - Erinevatele puidukahjustuse liikidele – pruunmädanik, valgemädanik, pehmemädanik, sinavus, hallitus puidumardikad - sobivad erinevad puidukaitsekemikaalid.
  - **Rusikareegel ei toimi. Tuleb tunda kahjustuste iseloomu.**

#### Ohud keskkonnale

- 47
- Puidukaitsekemikaalid on mürgid!
  - Vältida sattumist inimese organismi ja keskkonda (vesi, pinnas õhk).
  - Kasutatud puidu utiliseerimisel peab teadma kasutatud puidukaitsekemikaali liike.
  - Näiteks praeguseks ajaks EL-s keelatud CCA-ga surveimmutatud puidust eraldub põletamisel atmosfääri mürgine arseeniühend ning seda ei tohi üldprügi hulgas põletada.
  - Teadlased tegelevad CCA-ga immutatud ja kasutusest ära võetud puidumägede ohutu uuskasutuse probleemide lahendamisega (meil Maaülikool).

#### Keskkonnasõbralik puidukaitse

- 48
- Keskkonnasõbralik puidukaitse peaks tähendama eelkõige seda, et kasutatakse kvaliteetset puidu algmaterjali, mida on minimaalselt vaja kaitsta.
  - Kasutuskoha valikul peetakse silmas puidu füüsikalisi ja keemilisi omadusi vastu pidada teatud keskkonnatingimustes, et vähendada kunstlikku keemilist vahelesegamist.
  - **Puit ei peaks võistleva igasugustes tingimustes teiste materjalidega ainult tänu sellele, et temast on tehtud mittekeskkonnasõbralik materjal.**



Uus aeg vana tõe

- 49
- Takistada vee tungimist puitu.
  - Kuivatada puitu õigesti.
  - Halja puidu kasutamine välistingimustes on võimalik vaid siis, kui peetakse kinni sadu aastaid tagasi kinnistunud tarkusi.
  - Kasutada antud kliima jaoks väljatöötatud viimistlusmaterjale.

---

---

---

---

---

---

---

---

50

**Täna kuulamast!**

---

---

---

---

---

---

---

---