

PÕHK

KUI TULEVIKU EHITUSMATERJAL

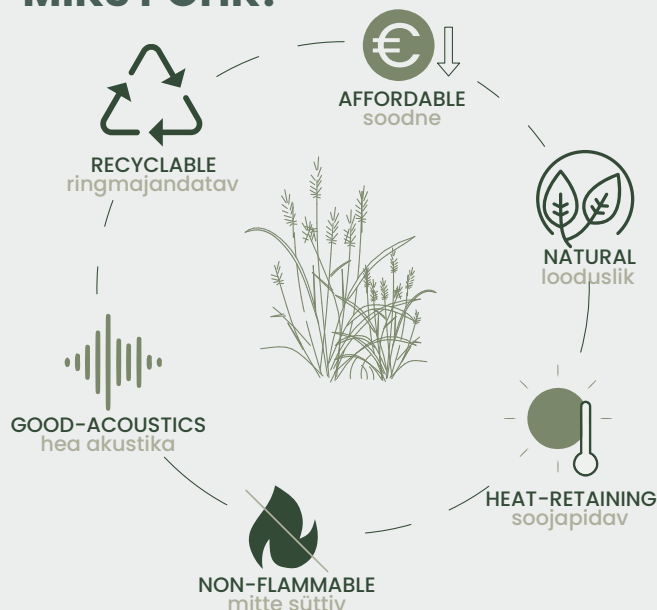


UURIMISPROJEKT 1+X

Moodulsüsteemi 1+X arendus, tehnomooduli väljatöötamine ja põhu kui materjali kasutamise uurimine.

AUGUST 2024

MIKS PÕHK?



Illustratsioon 1. Põhu eelised.

Põhk on kiiresti taastuv looduslik jääkmaterjal, mis omab ehituseks sobivaid omadusi. Põhk on akustiliselt isoleeriv, soojapidav ning pressituna raskesti süttiv. Lisaks loob see meeldiva hoone sisekliima, sest erinevalt paljudest ehitusmaterjalidest ei eralda põhk kahjulikke osakesi.

PÕHU MÜÜDID

X Põhumajad süttivad kergemini kui puitmajad.

Tihedalt kokkusurutud põhk ei lähe põlema.

X Põhumajad hoiavad kinni niiskust.

Põhupakid on poorsed ja võimaldavad seega niiskusel seintest väljuda, hoides niiskustaseme alla 20%.

X Põhumajad ei ole kauakestvad.

Nii Euroopas kui USAs on paarkümmend ~100 aastast põhumaja, mis on siiani aktiivses kasutuses.

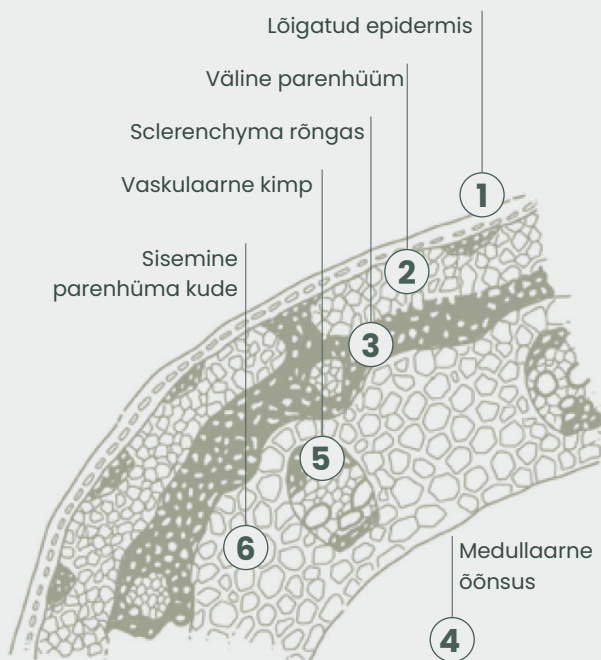
X Närilised ohustavad põhumajasid.

Põhk ei ole näriliste esimene toiduvalik, sest põhus on ligniini.

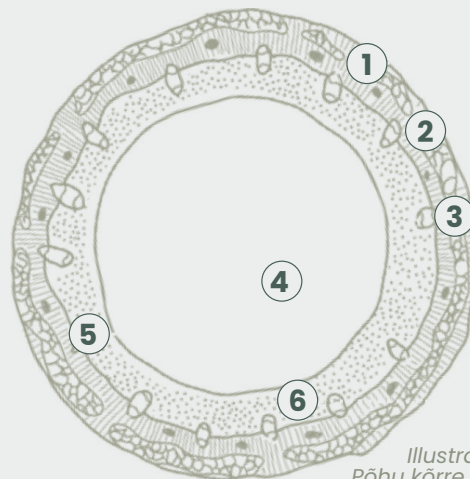
X Põhk tekitab allergiaid.

Erinevalt heinast ei sisalda põhk õietolmu ning seega ei tekita see allergiaid.

PÕHK MATERJALINA



Illustratsioon 2.
Põhu kõrre lähivaade.



Illustratsioon 3.
Põhu kõrre läbilõige.

- 1 Lõigatud epidermis**
Kaitseb veeimavuse ja hallituse eest.
- 2 Väline parenhüüm**
Aitab kaasa kõrre kuivatamisele.
- 3 Sclerenchyma rõngas**
Moodustab kõrre puitunud osa ja vähendab oluliselt põlemisvõimet.
- 4 Medullaarne õõnsus**
Aitab kaasa kõrre sorptsioonivõimele ja seega ka hoone reguleeritud niiskustasakaalule.
- 5 Vaskulaarne kimp**
Kõrre kasvamise ajal vastutab toitainete ja veega varustamise eest.
- 6 Sisemine parenhüma kude**
Tagab selle, et kiud imavad vett aeglaselt.

PÕHU ELURING



PAKK

Põhk on jääk pärast seemnete eemaldamist koristusseadmetega. Mehaanilised heinapressid suruvad ja rihmavad põhku ristkülikukujulisteks või ringikujulisteks üksusteks, et neid oleks lihtsam jaotada ja kasutada.



KASVAMINE

Kõigi teraviljade kasvatüükel on alla aasta, oluliselt lühem kui ühelgi teisel ehituses kasutataval taimel. Veelgi olulisem on see, et põhk on jääkprodukt.



TAIM

Põhu mõju on otseselt seotud asukoha põllumajandustavade ja nende mõjudega.

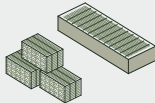
MULTŠ

Lammutusjäägi saab multšiks jahvatada, mida saab kasutada uute taimede kasvupinnase loomiseks.



LAMMUTUS

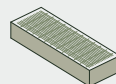
Kokkupandavad paneelid saab kujundada nii, et need oleksid eemaldatavad ja taaskasutatavad.



Samuti saab põhku elua la lõpetada sellest soojust või energiat tootes.

PAKKIMINE

Põhupakkide suurus sõltub pressi tüübist. Suurus võib ulatuda väiksemast risttahukast, mis kaalub umbes 22 kg kuni suurte ümarpallideni, mis võivad kaaluda üle tonni. Suuremaid palle saab kokku suruda palju suurema tihedusega, mis on kasulik kandekonstruktsioonina kasutamiseks.



VALMISTAMINE

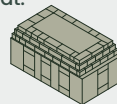
Põhku saab kombineerida puitkarkassiga kokkupandavaks paneeliks paremini kui seda teha tehastes. See vältib mõningaid niiskuseprobleeme, mis kaasnevad põhuga kohapeal ehitamisega.

KROHVIMINE

Savi ja lupja kasutatakse sageli krohvina, mis kantakse otse põhupallide mõlema külje karedale pinnale.

EHITUS

Põhku saab kasutada kandekonstruktsioonina, konstruktsioonikarkassi täidisena või eeltöödeldud sõlmedes. Põhupakki suurus ja tüüp mõjutavad oluliselt hoone geomeetriat.



PÕHK EHTUSES

Tagasi konstruktsiooniks

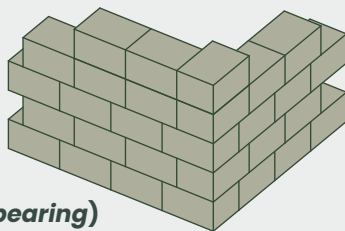


KASUTAMINE

Arvestades põhust seinte paksust, on põhust seintel suurepärased soojusväärtused, samas kui nende hügroσκοopsed omadused aitavad tasakaalustada sisemist niiskust. Materjali hoolika valiku korral võivad põhupakkidest seinad parandada siseõhu kvaliteeti ja nende soojusmass võib olla mitu korda suurem kui tavalise puitkarkassiga seina puhul.

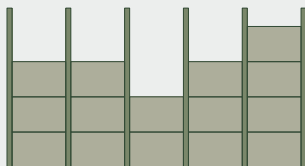
Illustratsioon 4.
Põhu eluring.

PÕHUEHITUSE MEETODID



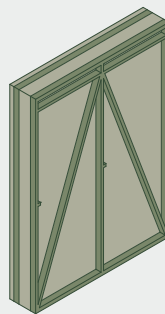
“Nebraska” stiil (*loadbearing*)

Algne põhust ehitamise, mis sai alguse USAs 19. sajandi lõpus. Hoone rajamiseks kasutatakse kandvaid põhupakke, mis laotakse plokkidena üksteise peale.



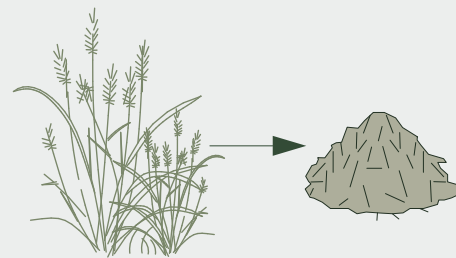
Põhk puitkarkassis (*infill*)

Meetod töötati välja USAs 1970ndate lõpus. Selle meetodi puhul täidavad põhupakid vaid soojustuse rolli ning katus toetatakse puitkarkassile.



Põhupaneelid

Selle meetodiga ehitatakse konstruktiivseid elemente, näiteks välisseinte rajamiseks. Paneelid on puitkarkassiga, mis täidetakse põhupakkidga.



Puistepõhk

Puistepõhk on üks innovatiivsemaid põhuehituse meetodeid, kus puhastatud põhku puhutakse olemasolevasse konstruktsiooni soojustusena.

PÕHU NÄITAJAD

2022. aastal kasvatati Eestis teravilja 362 000 hektaril, sõltuvalt saagikusest tekkis jääkproduktina

658 000 – 1 448 000 tonni põhku

Põhupakkide U-arv on ~0,13–0,20 W/m²K

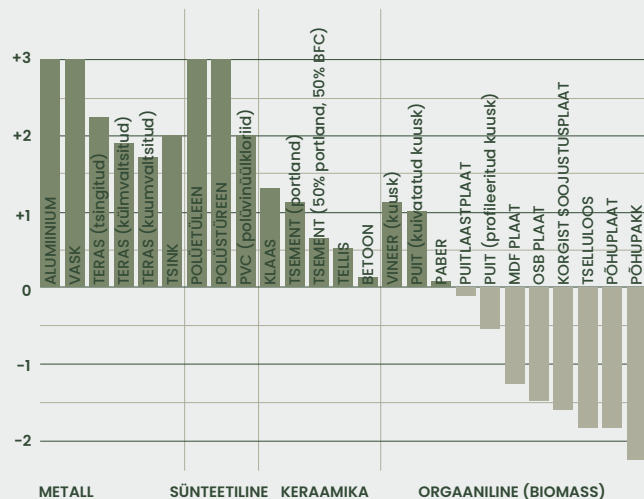
sõltuvalt kasutatavate pakke kvaliteedist ja nende paigaldamisel meetodist

Lubikrohvitud põhuseinad peavad tulekahju vastu vähemalt 160 minutit

võrdluseks kipsplaadi ja krohviga viimistletud puitkonstruktsiooniga sein peab tulekahju vastu 30 minutit

Põhupaki tüüp	Pikkus (mm)	Laius (mm)	Kõrgus (mm)	Tihedus (kg/m³)
Väikesed	500–1000	500	320–350	80–120
Keskmsed	700–2400	800	500	120–180
Jumbo	1000–3000	1200	700	180–200

Tabel 1.
Enamlevinud põhupakkide mõõdud.



Tabel 2.
25 ehitusmaterjali 1 kg tootmisel tekkiv CO2 netosaaste (kg).

NÄITEID PÕHUMAJADEST



Põhuteater | 2011

Salto

Foto: Martin Siplane



Nina majad | 2007

Iseehitajad

Foto: 1+X



Tammistu Agro | 2013

Iseehitajad

Foto: 1+X



Feuillette | 1920

Prantsusmaa

Foto: EcoCocon



Mauritzberg testmaja | 1999

Sverre Fehn

Foto: Ukjent



Põhusuvila Soomes | 2016

Richard Sirén

Foto: Marc Goodwin

PÕHULA(VA)

1. Raami ehitus



2. Põhuga täitmine



3. Valmis põhupaneel



4. Vundament



5. Seinad



6. Katus

KASUTATUD ALLIKAD

Raamatud

B. Jones, Building with Straw Bales: A Practical Guide for the UK and Ireland. Devon: Green Books, 2009.

Interneti allikad

E. Kirs, Eesti taimekasvatajad said eelmisel aastal hea saagi. – EESTI STATISTIKA, 27. I 2023, <https://www.stat.ee/et/uudised/eesti-taimekasvatajad-said-eelmisel-aastal-hea-saagi> (vaadatud 2. VIII 2024).

Illustratsioonid ja tabelid

Illustratsioon 1. Põhu eelised.

Illustratsioon 2. Põhu kõrre lähivaade. Algallikas: IM DETAIL: GESCHICHTE, TECHNIK, ANWENDUNG. – ISO-STROH, <https://www.iso-stroh.ch/wp-content/uploads/2022/09/ISO-STROH-im-Detail-technischer-Folder.pdf> (vaadatud 2. VIII 2024).

Illustratsioon 3. Põhu kõrre läbilõige. Algallikas: IM DETAIL: GESCHICHTE, TECHNIK, ANWENDUNG. – ISO-STROH, <https://www.iso-stroh.ch/wp-content/uploads/2022/09/ISO-STROH-im-Detail-technischer-Folder.pdf> (vaadatud 2. VIII 2024).

Illustratsioon 4. Põhu eluring. Algallikas: P. Lewis, M. Tsurumaki, D. J. Lewis, Manual of Biogenic House Sections, 2022, lk 140-141.

Tabel 1. Enamlevinud põhupakkide mõõdud. Algallikas: A. Jürgenson, R. Allikmäe, Põhupakkidest soojustusega puitkarkasshoonete ehitamise tehnoloogia ja eksploatatsioon. Magistritöö, 2017, lk 14, Eesti Maaülikool: <https://dspace.emu.ee/items/841ba710-bd3c-4535-8143-3666085b4deb>

Tabel 2. 25 ehitusmaterjali 1 kg tootmisel tekkiv CO₂ netosaaste (kg). Algallikas: B. Jones, Building with Straw Bales: A Practical Guide for the UK and Ireland. Devon: Green Books, 2009, lk 23.