

Tööstuskanepi rakendamine arhitektuurse materjalina ehitussektori keskkonnamõju vähendamiseks Eestis

Kogu maailma CO₂ emissioonidest moodustab 11% ehitussektoris laialdaselt kasutusel olev materjal – betoon. Sellele statistikale tuginedes võib väita, et keskkonnasõbralikemate materjalide kasutamine betooni asemel aitaks maailma jätkusuutlikumaks muuta.

Eestis kasutatakse vaid osa kanepi tegelikust potentsiaalset, sest valdav osa sellest jäetakse jäägina põldudele. Statistikaameti andmetel oleme võimelised kasvatama kanepit suurel hulgal, kuid meil puudub saagi töötlemise võimalus muuks kui seemneks, mida ei kasutata ehitusmaterjalina. Tegelikult on kanepist võimalik toota jätkusuutlik, kohalik ja väikese energiakuluga ehitusmaterjal. Eestil on potentsiaal, mida oma magistritöös avan.

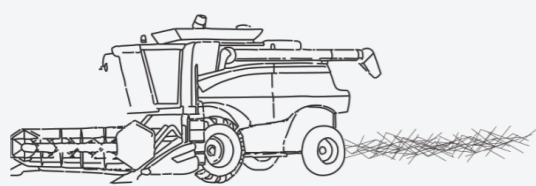
1

Kanepi ajalugu ja taimeosad

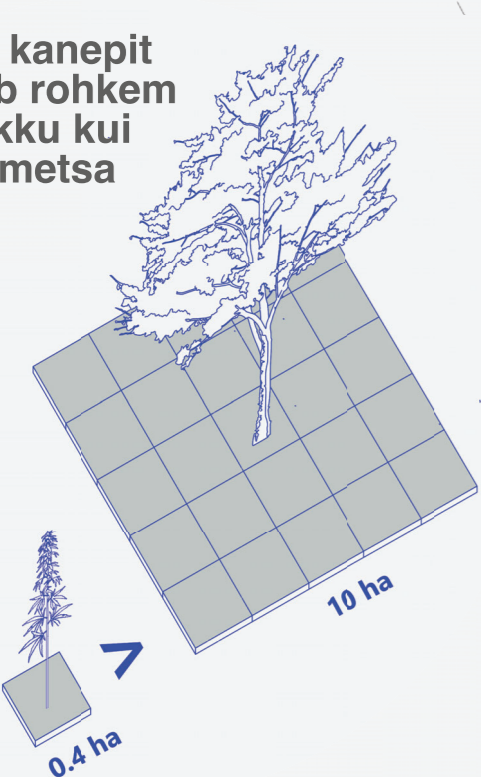
2

Tööstuskanepi kasvatamine ja kasutusala

2022. aastal kasvas Eestis tööstuskanep 6 286 hektaril ja kogu saagi varre osa jäi kasutusetata.



0,4 ha kanepit toodab rohkem hapnikku kui 10 ha metsa



3

Kanepilubi

4

Kanepilubjast ehitus



Kanepilubja ja puidu ehitise koostisosi saab komposteerida või taaskasutada vajaduspõhiselt.

Kanepilubi

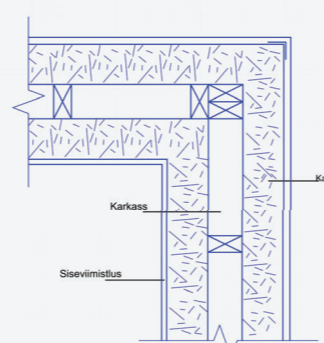
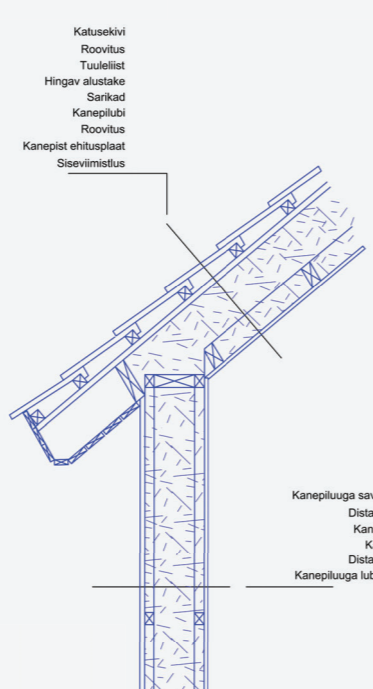


House LO
Arhitekt Lina Bellovičová

5

Kanepilubi tarindites

Üks kõige huvitavamaid omadusi kanepilubja mehaanilise käitumise juures on selle hõlbus kohandatavus, muutes segus oleva sideaine ja kanepiluu suhet.



6

Konkureerivad materjalid



-110 kg/m³ CO₂

60%

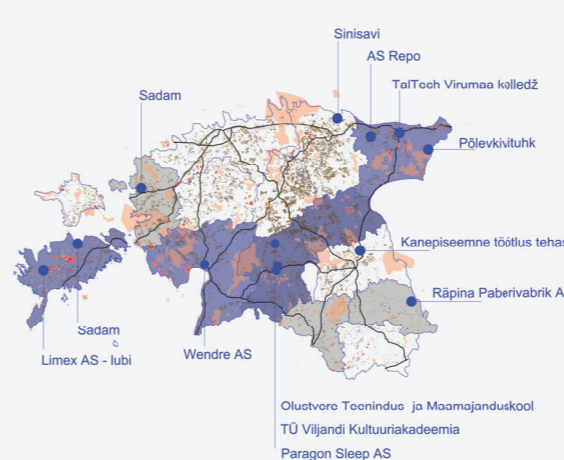
7

Optimaalne kanepi tööstustehas Eestis

8

Tehaste potentsiaalsed asukohad

Esile tulid viis maakonda, kuhu oleks parim rajada kanepitööstustehas, ja nendeks on Ida-Virumaa, Jõgevamaa, Viljandimaa, Pärnumaa ja Saaremaa.



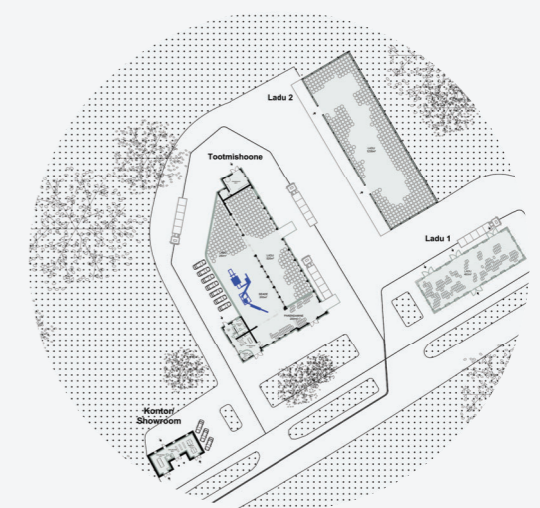
Kui kasutada kogu aastane kogus kanepiluu kanepilubja valmistamiseks, saaks sellega täita umbes 60% ehituses seintele kuluvast aastasest mahust Eestis.

9

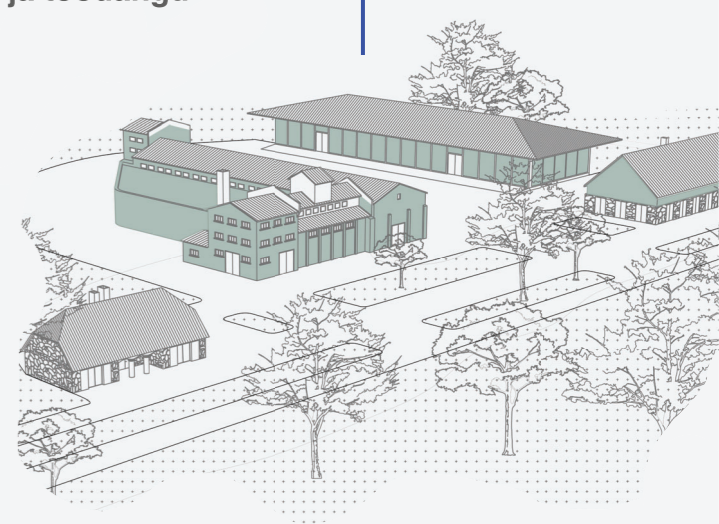
Näidistehase asukoht

10

Tehase planeering



Kõige suurem maht tehasekompleksis on vajalik tööstuskanepi pallide ja toodangu hoiustamiseks.



Otsides Viljandimaal asukohta kanepitööstustehaseks, analüüsisin transporditeid, põldude asukohti, toetavate funktsioonide lähedust, ühistranspordi ligipääsu.

Kanepi ajalugu

Kanepitaimede algkodumaa on teadmata, kuid arvatakse, et see pärineb Kesk-Aasiast, kus esineb siiani selle metsikuid vorme.

Kanepikiu leiud maailmas
800-400 eKr

Eestis on erinevates linnades leitud keskaegsetest ladestustest kanepiseemneid

Keskaeg

Eestis saab kanepit kasvatada suuresti tänu vastava kohaliku seadusandluse ühtlustamisele Euroopa Liidu omaga

2004

1500 eKr

Egiptlaste tutvumine kanepiga templikaunistuste põhjal

Arheoloogiliste leidude põhjal Euroopas oli peamiselt kaks kanepi kasutusviisi - kiust nõõri ja kudumite valmistamine ning seemnete tarvitamine söögina

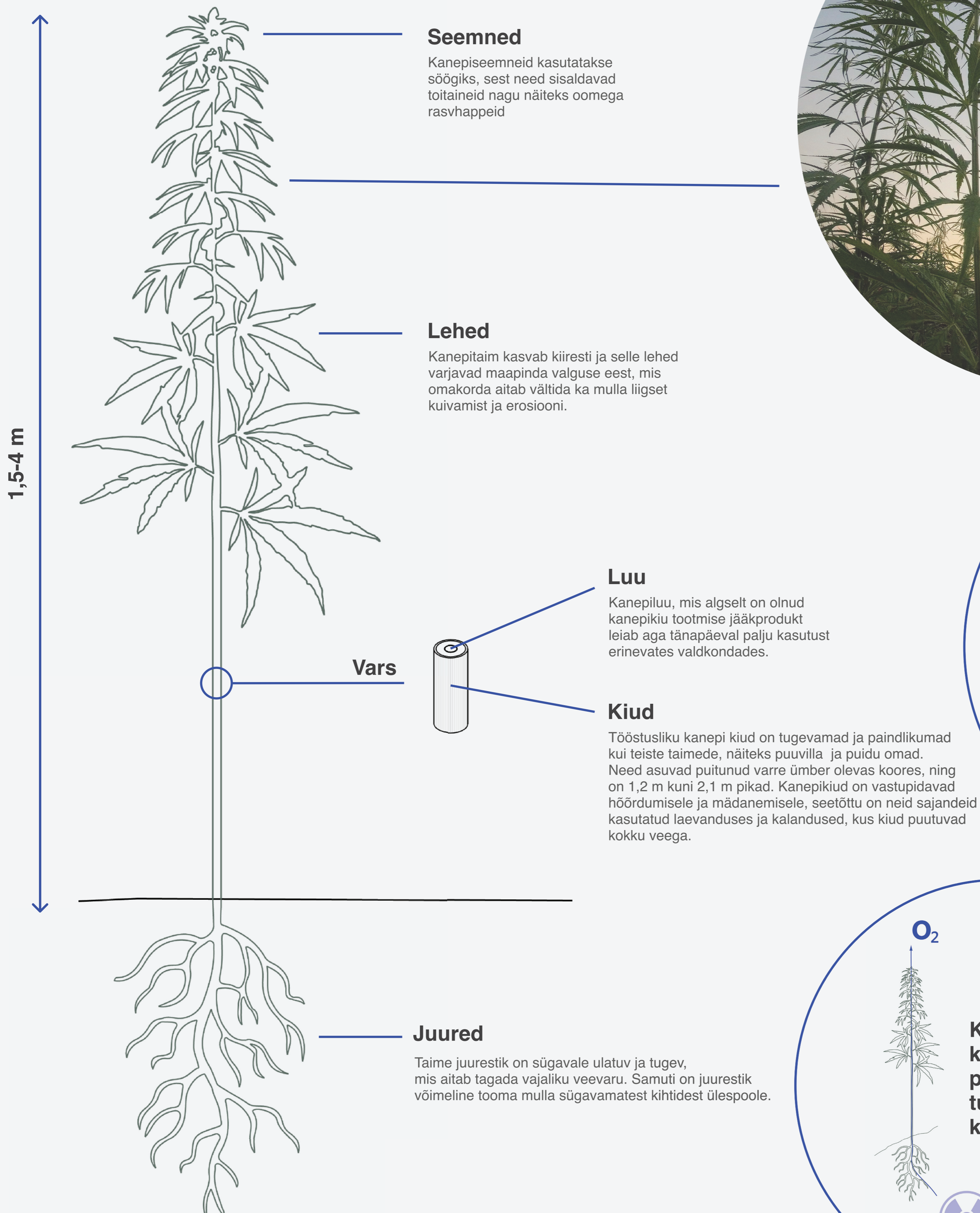
20. sajand

Nõukogude Liit oli Euroopa suurim tööstuskanepi kasvataja

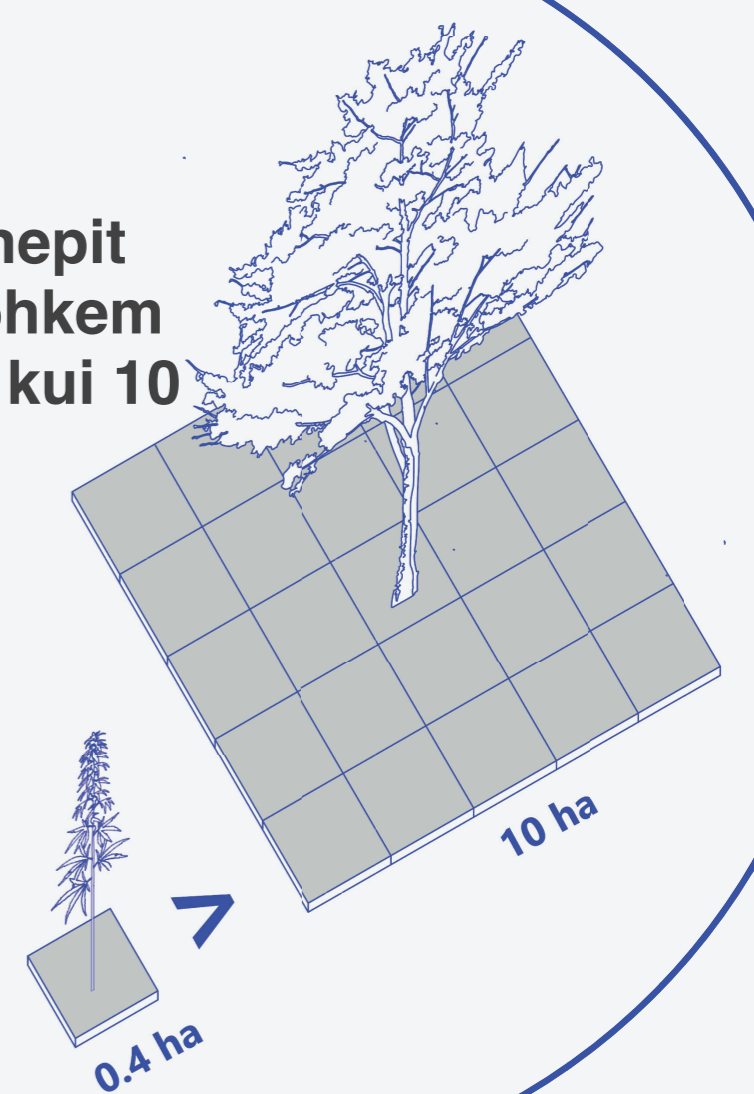
2019

Suurimad kanepi töötledjad Euroopas Prantsusmaa, Itaalia ja Holland ning neljandalt kohalt leiab Eesti

Kanepitaimede osad



0,4 ha kanepit toodab rohkem hapnikku kui 10 ha metsa

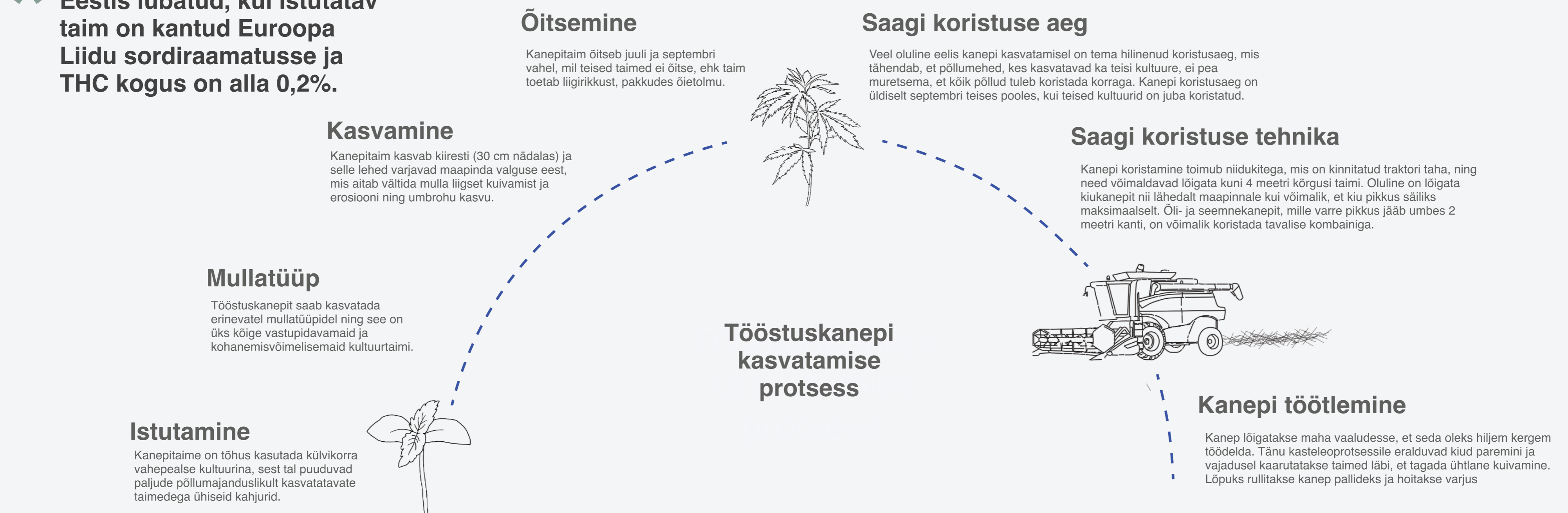


Kanepitaimi on edukalt kasutatud toksiliste jäätmete puhastamiseks, et vähendada tuumaõnnetuste tagajärgi ja keemiliste ainete lekkeid

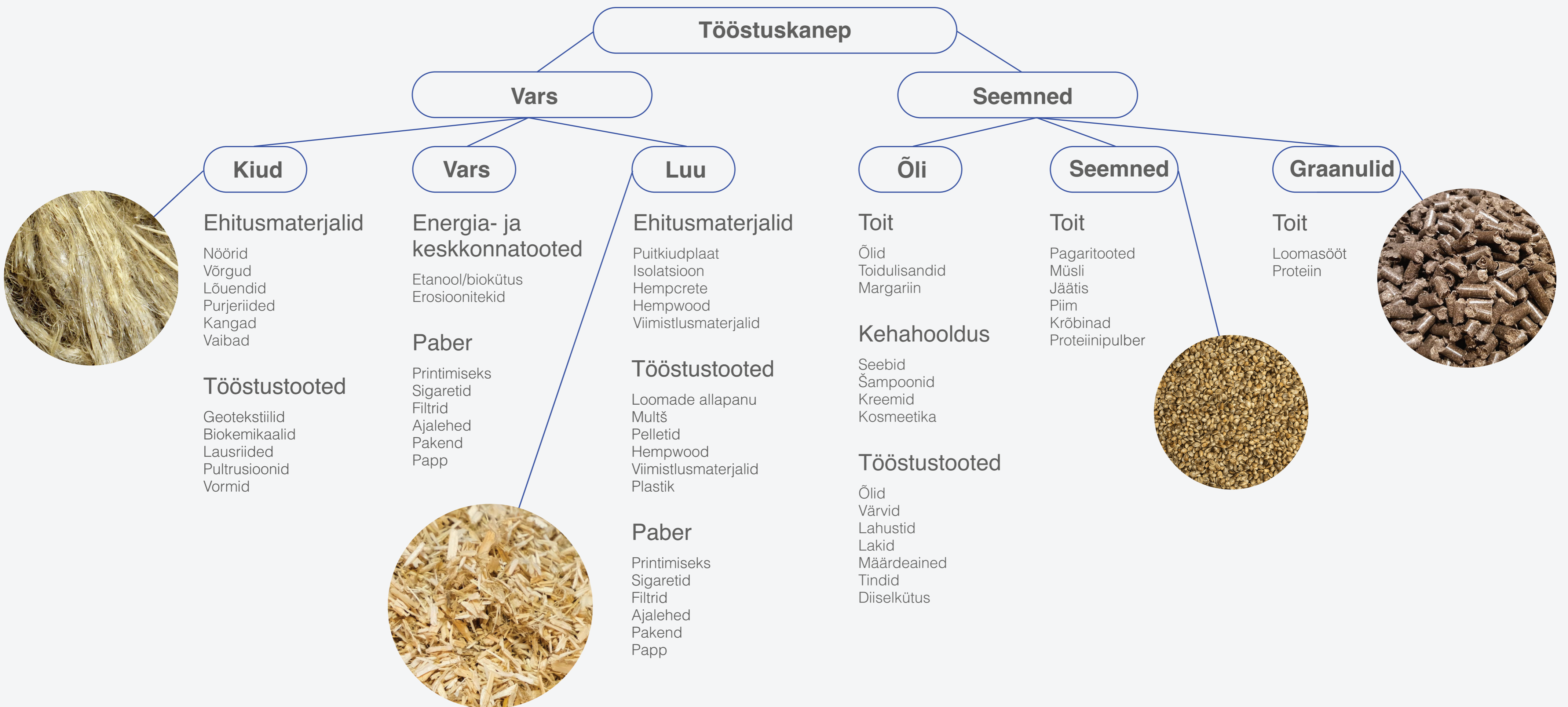


Tööstuskanepi kasvatamine

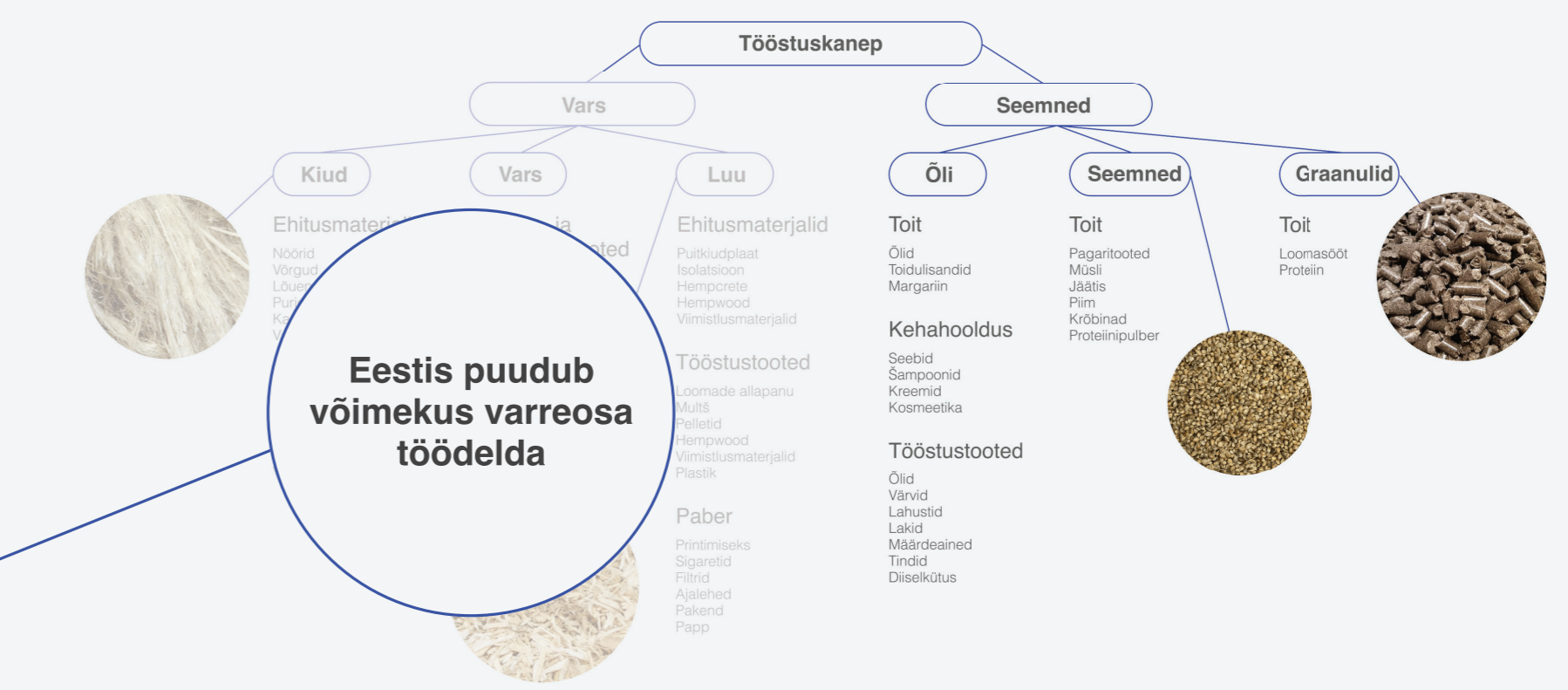
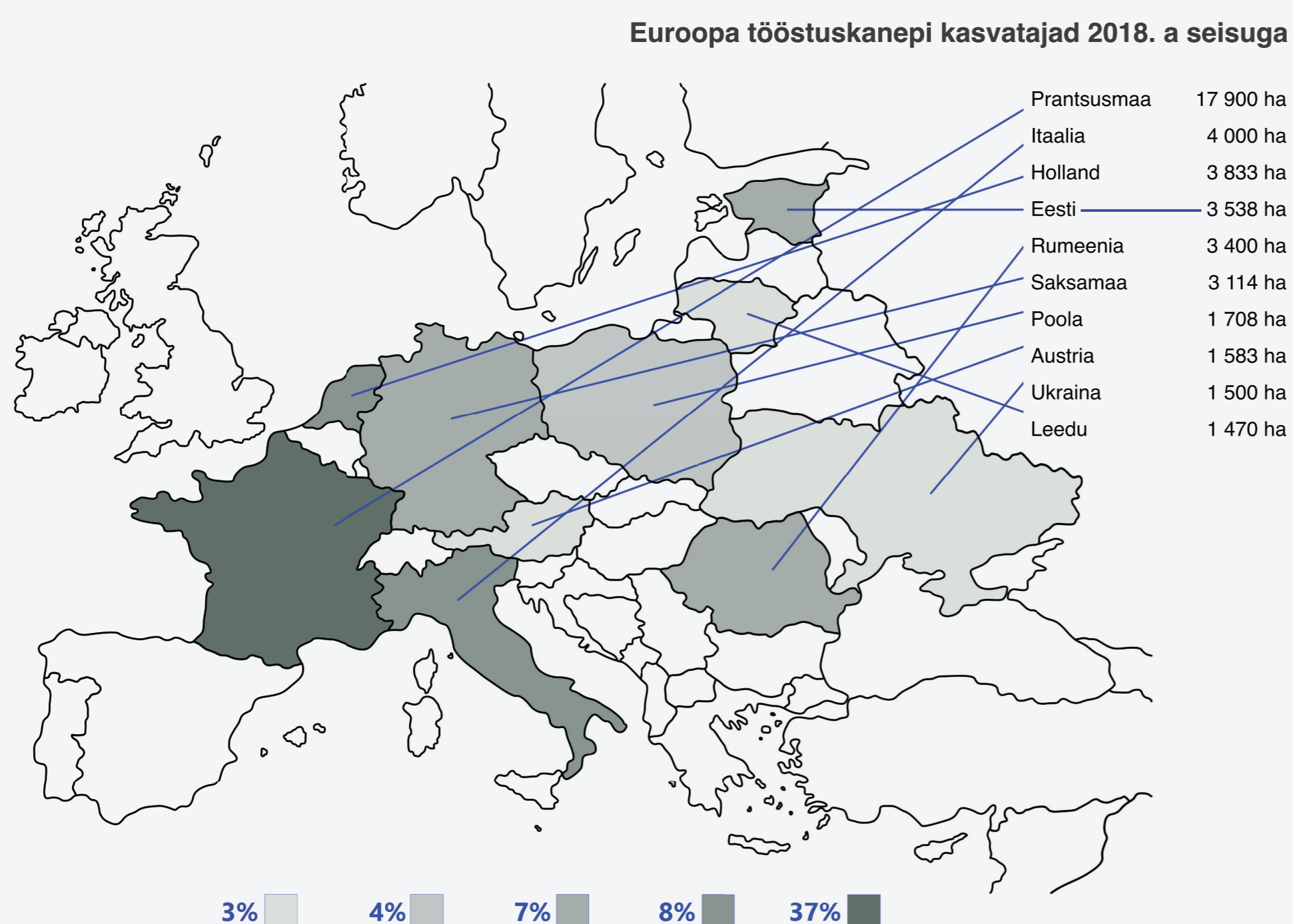
* Kanepi kasvatamine on Eestis lubatud, kui istutatav taim on kantud Euroopa Liidu sordiraamatusse ja THC kogus on alla 0,2%.



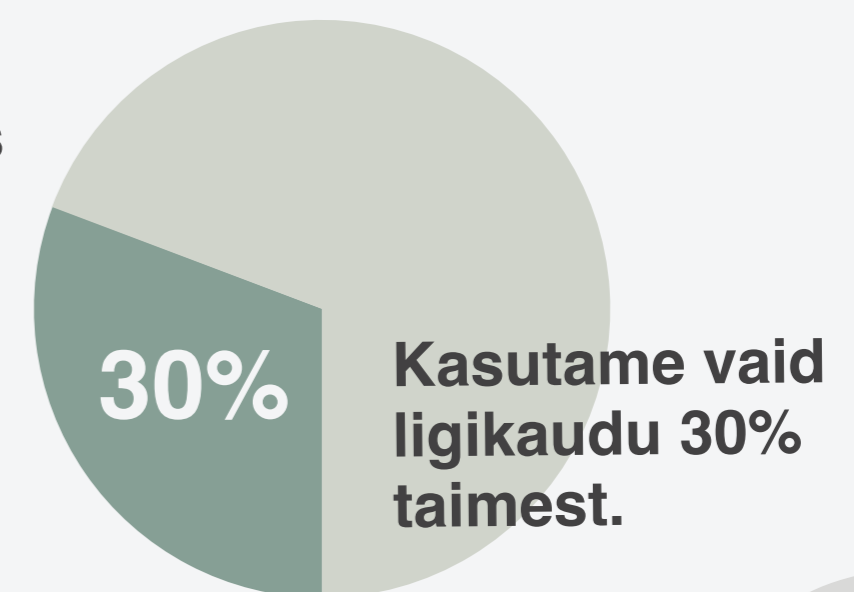
Kasutusvalad



Olukord Eestis



2022. aastal kasvas Eestis tööstuskanep 6 286 hektaril ja kogu saagi varre osa jäi kasutusetu. Eestis kasvatatavaid kanepisorte saab edukalt kasutada nii seemnete kui ka kiu eesmärgil.



Kanepilubi

Kanepiluu + lubi + vesi = kanepilubi

Ajalugu

Kanepilubi töötati välja Prantsusmaal 1980. aastate keskel, kui prooviti leida sobivat asendust keskaegsetes poolpuithoonetes lagunevatele savisegudele. Sõjajärgsel perioodil kasvas teadlikkus kogu Euroopas ulatuslikust kahjust, mida põhjustas läbimõtmata tavalise tsemendi kasutamine keskaegsete hoonete taastamiseks. Otsiti materjali, mis mitte ainult lubaks hoonel hingata, vaid annaks ka piisavalt isolatsiooni välistingimuste eest.

Koostis

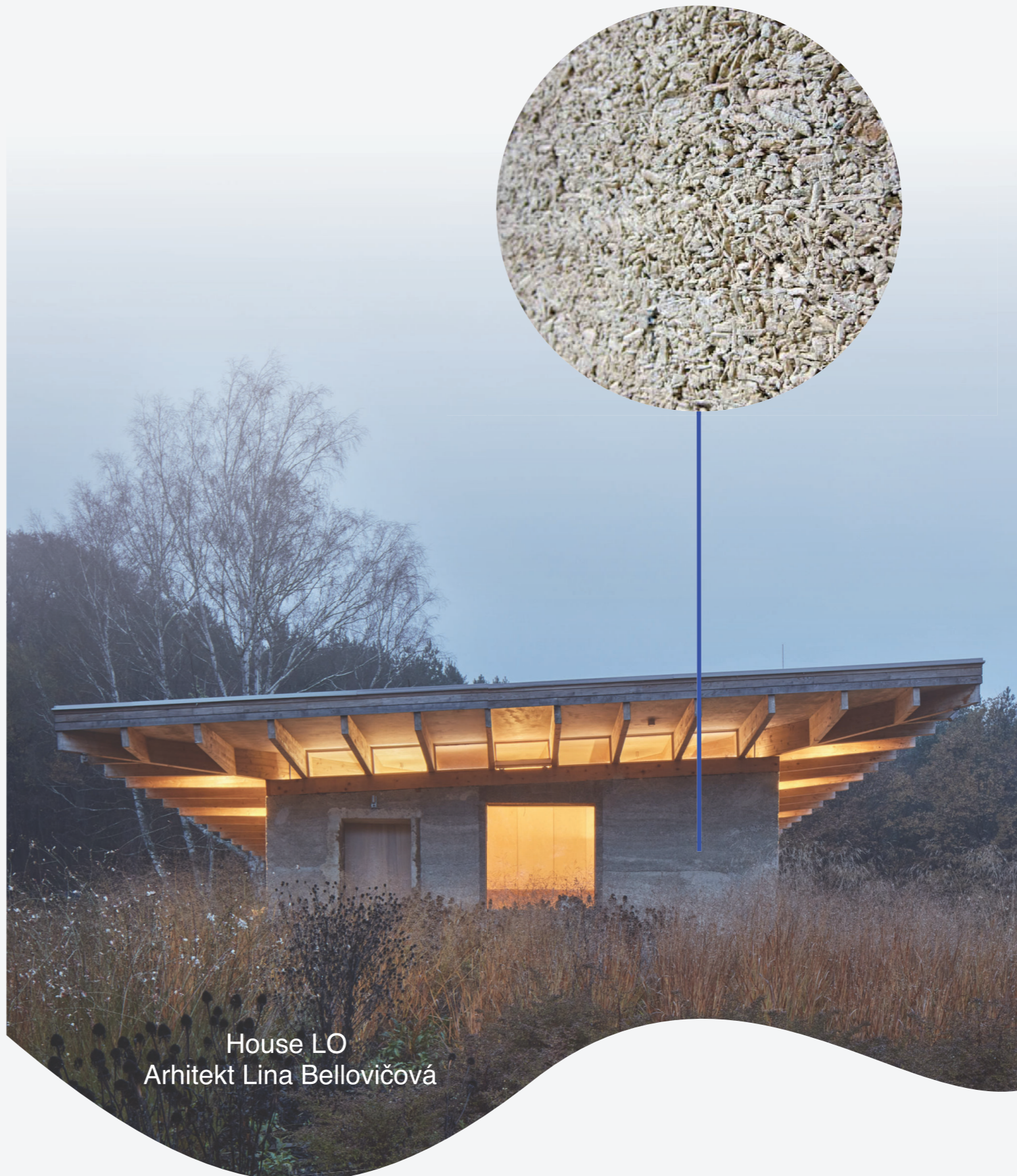
Üldlevinud sideaine kanepilubjas on lubi. Kuid kasutuses on ka erinevaid teisi, näiteks tsement ja savi. Kõige loodussõbralikum on segudes kasutada, savi, kuid see vähendab materjali veekindlust. Eesti kontekstis võiks tulevikus proovida sideainena kasutada ka põlevkivituha komposiitmaterjali.

Eripära

Kõige enam eristab kanepilubja teistest ehituses kasutatavatest komposiitmaterjalidest, näiteks betoonist, tema väga suur poorsus just mikrokoopilisel tasandil. See poorsus annab kanepiluu osakestele paindlikkuse, ja see koos poorsusega, mis tekib kanepi osakeste paiknemisel valmismaterjali, annab hempretele palju ainulaadseid omadusi - kergus, veeauru läbilaskvus ning head akustilised ja isolatsiooni omadused.

Üks kõige huvitavamaid omadusi kanepilubja mehaanilise käitumise juures on selle hõlbus kohandatavus, muutes segus oleva sideaine ja kanepiluu suhet. Vahekorra muutmine aitab valmistada erinevaid kanepilubja segusid, mis kõik võivad olla kohandatud konkreetsetele rakendusele.

Kanepilubja segus kasutatav kanepivars on võimeline muutuma märjast kuivaks ja vastupidi peaaegu lõputult ilma lagunemiseta, on selle efekti saavutamiseks ideaalne täiteaine lubimörtidele lisamiseks. Tänu materjali poorsusele jääb sinna kinni ka palju õhku, mis teeb temast hea isoleermaterjali ning lubja lisamine annab talle piisava tiheduse, et teha temast ka hea soojussalvesti.



House LO
Arhitekt Lina Bellovičová

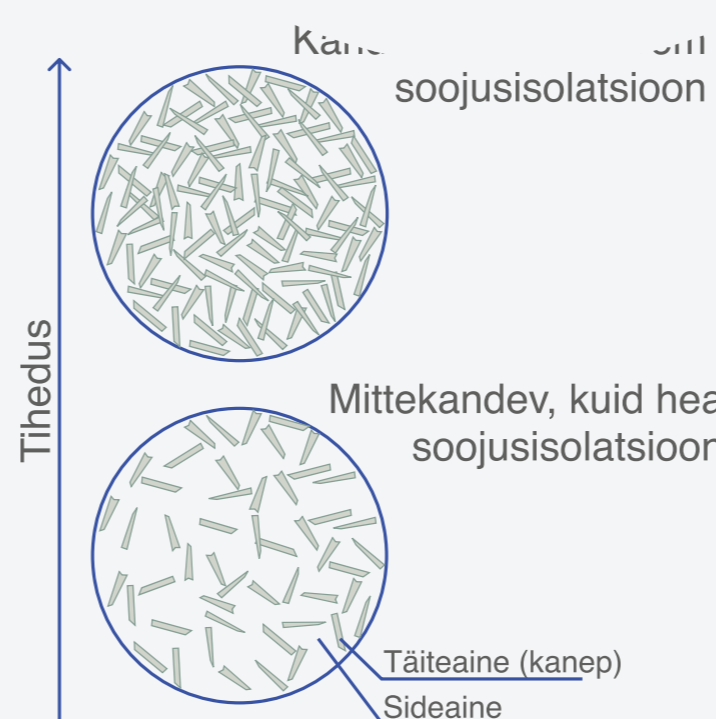
- Kestab sadu aastaid
- Energiatõhus
- Kerge
- Hingav
- Hea insulaator
- Kahjurikindel
- Mittesüttiv
- Mittetoksiline
- Taaskasutatav
- Jätkusuutlik

Omadused

Struktuur

Kandvate konstruktsioonide jaoks vajaliku survetugevusega plokkide saavutamiseks on vaja kanepilubja tihedust oluliselt suurendada. Kuna see saavutatakse segus sideaine osakaalu suurendamisega, kas tsemendi ja/või liiva lisamisega, saab konstruktsiooni tihedust saavutada ainult teatud isolatsiooniväärtuse arvelt, mis on tegelikult peamine kanepilubja kasutamise põhjus. Seetõttu kasutatakse kanepilubjast plokkide tavaliselt soojustusmaterjalina, seda kohapeal ümber karkassi valades.

Ehkki kanepilubi ei sobi iseseisvaks konstruktsiooniks, on segul oluline roll, osana puitkarkassist, mida ta ümbritseb. Pärast täielikku kõvenemist annab kanepbetoon konstruktsioonile juurde tugevust, suurendades oluliselt selle võimet vastu pidada välisjõududele, näiteks tuulele. Lisaks kaob seeläbi vajadus traditsiooniliselt sel eesmärgil kasutatavate puidust diagonaalitud järele. Uuringud on näidanud, et kanepbetoonist täidis annab konstruktsioonile peaaegu kümme korda rohkem tugevust kui puidust diagonaaltoed seda teeks. Samuti ei deformeeru kanepbetooniga täidetud karkass kohe, kui üks kandva raami osa puruneb. See on oluline just eriti piirkondades, kus esineb maavärinaid, et vähendada laastavaid tagajärgi.



Kandvate konstruktsioonide jaoks vajaliku survetugevusega plokkide saavutamiseks on vaja kanepilubja tihedust oluliselt suurendada.

Soojusomadused

Kui kanepilubja vaadelda vaid kui soojustusmaterjali siis ei suuda ta samal määral konkureerida kergete ja õhukeste soojustusmaterjalidega. Samas aga täidab kanepilubi praktiliselt kogu seinapaksuse ja saavutab väga head U-väärtused. Need on ligikaudsed väärtused, mis põhinevad laboratoorsel katsetel. Täpne saavutatav U-väärtus varieerub veidi sõltuvalt kanepbetoonis kasutatavast sideainest ja materjali tihedusest, mis saavutatakse seda karkassi suurdes.

Tänu võimele konstantselt imada ja vabastada läbi seinapinna ümbritsevasse keskkonda niiskust, reguleerib kanepilubjast sein passiivselt temperatuuri ja niiskust. See omakorda aitab hoida hoone sisekliima kvaliteetsena nii suvel kui talvel, stabiliseerides päevase ja öise temperatuuri ning vähendades soojuste kogunemist seinapinnale.

Kohapeal valatud hemprete moodustab monoliitse pinna, mis tähendab, et peale krohviga katmist, on sellel ainulaadne eelis saavutada hea õhutihedus ja vähendada külmasildade teket. Eelmainitud omadustel on väga positiivne mõju materjali soojustõhususele ka väga komplekssetes hoonetes.

Hempretest seinapaksus (mm)	250	300	350	400
U-väärtus (W/m²K)	0,23	0,2	0,17	0,15

Kohapeal valatud kanepilubi moodustab monoliitse pinna, mis saavutab hea õhutiheduse ja vähendab külmasildade teket.

Tulekindlus

Kanepilubja tihedus ja see, et kanepiluu on üleni ümbritsetud lubi sideainega, tähendab, et seda on väga raske süüdata. Nii moodustab hemprete kaitsva barjääri karkassi ning tule vahel.

Euroopa Standardikomitee jaoks tehtud katses, mis teostati hempretega ümbritsetud puitkarkassist seinal, leiti, et 60 minutit tulepüsivust on võimalik. Katsed ja uuringud näitavad, et potentsiaalne kasutamine kohtades, kus on nõutav ühetunnine tulepüsivus, vastab enamikule valmismaterjalidele ning hoonete tulekindlusnõuetele.

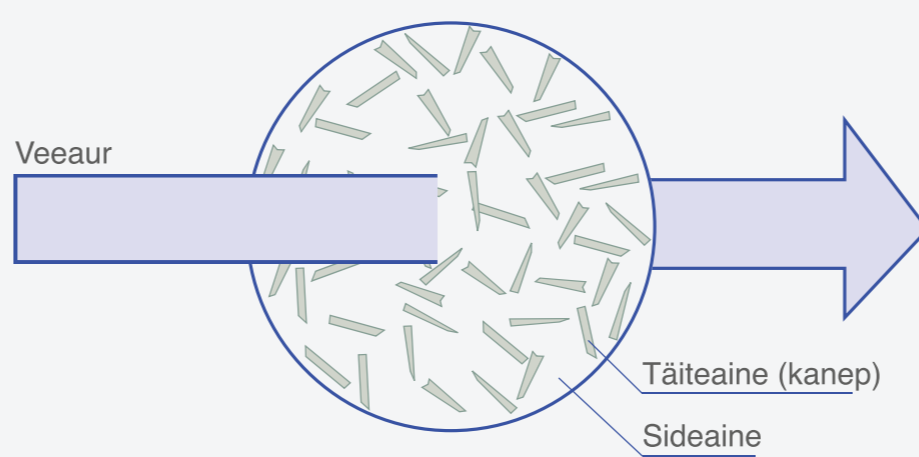


Kanepilubja tihedus ja see, et kanepiluu on üleni ümbritsetud lubi sideainega, tähendab, et seda on väga raske süüdata.

Auru läbilaskvus ja vastupidavus niiskusele

Sageli on materjalide tootmisel keskendunud just materjalidele, mis on mõeldud aurutõkke moodustamiseks, et hoida niiskust hoonest eemal. Kuid viimastel aastatel on hakatud üha enam mõistma, et sellised materjalid ükseltki lakkavad toimimast ning püüdes hoida niiskust väljaspool, toimivad nad ka vastupidiselt, hoides niiskust sees. See kahjustab traditsioonilisi ehitusmaterjale ja tekitab niiske, külma ning ebatervisliku keskkonna.

Kanepiluu on looduslikult auru läbilaskev materjal, mis tähendab, et tänu oma poorsele olemusele laseb see veeaurul läbi enda liikuda. See on võime imada ja hoida enda pooride sisepinnal ümbritseva keskkonna niiskust, vabastades selle uuesti tagasi keskkonda, kui niiskustase seal muutub. See on ehituses väga oluline, sest takistab kondensaadi ja ka hallituse teket seinte pinnal, mis omakorda on kasulik siseruumi õhukvaliteedile. Kanepiluu suudab niiskust korduvalt endasse imeda ja seejärel välja lasta ilma enda kvaliteeti langetamata ja seda peaaegu määramatu aja jooksul. Vaatamata sellele ei tohiks hemprete olla pidevas kokkupuutes veega.

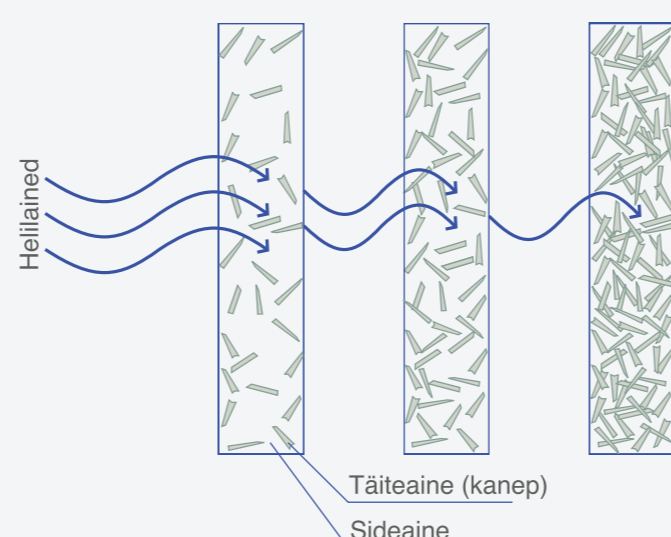


Kanepiluu suudab niiskust korduvalt endasse imeda ja seejärel välja lasta ilma enda kvaliteeti langetamata

Akustilised omadused

Hemprete mikro- ja makropoorsus on sama kasulik materjali akustilisele toimivusele kui ta on ka soojuskile. Erinevad tihedusastemed tagavad akustilise kvaliteedi, mis on ebatavaline ja erineb tavapärastest ehitusmaterjalidest.

Kaks peamist hemprete tihedust mõjutavat tegurit on lisatava sideaine kogus segus ja saavutatav tihedus ehitusplatsil vormidesse panemisel. Neid parameetreid muutes on võimalik valmistada spetsiaalsete segusid, mis vastavad konkreetsele helisolatsiooni vajadusele.



Erinevad tihedusastemed tagavad akustilise kvaliteedi, mis erineb tavapärastest ehitusmaterjalidest.

3

Kanepilubjast ehitus

1

Kohapeal valmistatud kanepilubi

Hempcrete kasutust saab jagada üldjoontes kaheks. Esimene viis on kohapeal segu valmistamine, kus segu asetatakse või pihustatakse otse raketisse või vormi. Kuna hempcrete on mittekandev materjal, valatakse see alati karkassi ümber, mis on tavaliselt, kuid mitte alati, ehitatud puidust. Uusehitiste puhul on tavaline meetod ehitada lihtne puitkarkass ja matta see hempcrete keskele. Peale segu valamist, peab see kuivama, kuni on saavutanud piisava tugevuse, et ennast koos hoida. Seejärel eemaldatakse raketis ning jäetakse ta järgmiseks paariks nädalaks kuivama. Kui hempcrete on piisavalt kuiv, saab sinna peale kanda viimistlusmaterjali.

2

Eelvalmistatud kanepilubi

Alternatiiviks kohapealsele valmistamisele, saab hempcrete valada ka plokkideks või paneelideks. See toob kaasa selged eelised ehitusplatsil ajaplaneerimises, kuna kogu kuivamisprotsess toimub eelnevalt ehitusplatsil eemal, ning kogu ebamäärasus seoses ajaplaneerimisega on tänu sellele elimineeritud. See on suur eelis just suuremahulistel ehitistel või kui ehitus peab toimuma talvel. Eelvalmistamine võib olla sageli keerulisem viis hempcrete valmistamiseks, sest vajab suuremat arvu protsessi ja materjale, mis omakorda tähendab, et tegemist võib olla vähem säästva ehitusmeetodiga.

Kanepilubi muinsuskaitsega hoonetes

Kanepilubi ei ole mitte ainult sobiv isolatsioonimaterjal vanemates hoonetes, vaid mitmel juhul on see ainus sobilik materjal eriti muinsuskaitse all olevates hoonetes kasutamiseks.

Kanepilubi töötab muinsuskaitse all olevate hoonete originaalmaterjalidega kooskõlas ja sarnaselt nendega, tagades hingava süsteemi säilimise.

Kanepilubja kasutamine on kuluefektiivsem, sest siis ei ole vaja lõigata isolatsiooniplaate erineva kuju ja suurusega sõrestikstruktuuride vahele mahutamiseks. Samuti täidab kanepilubi lahtise täidisena kõik tühimikud, kui see asetatakse vastu ebatasaseid kiviseinu.



Kanepilubi

Kergrööpm + kanepilubi

Kergrööpm

Muinsuskaitse all oleva Mooste mõisa tallitöökamari erinevate segudega soojustatud sein.

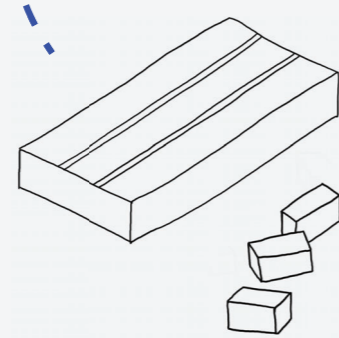
Segamine

Kui lõikamine ja eraldamine on tehtud, siis kiud ja luum segatakse lisaainetega (materjalidega), et valmistada erinevaid ehitusmaterjale. Kiud kombineeritakse teiste niitidega ja/või sideainetega, et luua isolatsioonikihte. Kanepilubi on tehtud kanepiluum (hemp hurd) segades lubja ja veega.



Eelvalmistamine

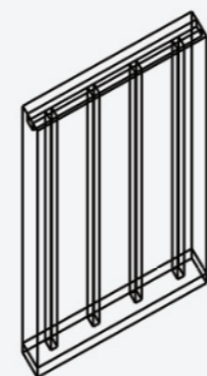
Tööstuskanepi lubja tooteid saab toota väljaspool objekti plokki- või paneelvormingus ja see võimaldab vajalikku kuivatamist kontrollitud keskkonnas.



Kanepist ehituse protsess

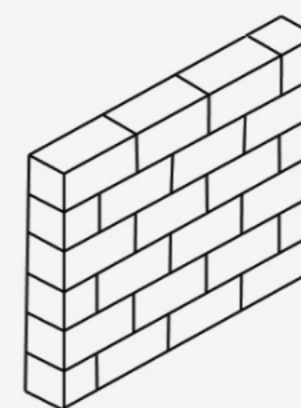
Ehitus

Kuna kanepilubja materjalid ei ole kandvad, siis kasutatakse neid tavaliselt koos puitkarkassiga seinasüsteemi moodustamiseks.



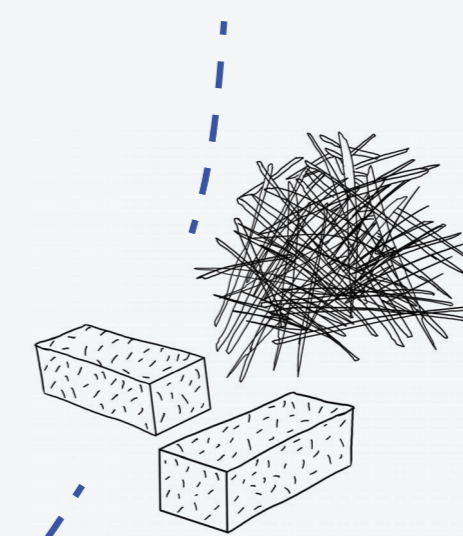
Kasutamine

Kui kanepilubja kaitsa ehituses vee eest, siis on see looduslikult hallituse-, mäda- ja putukakindel, aurukindel, hingav ja vajab limiteeritud hooldust.

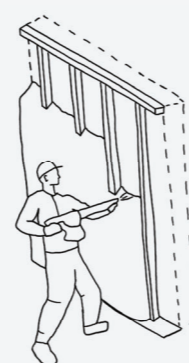


Lahtivõtmine

Kanepilubja ja puidu ehitise koostisosi saab taaskasutada või komposteerida vajaduspõhiselt koos kanepilubja seguga, et aidata säilitada puitu.

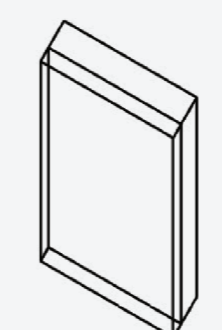


Kanepilubja tarinditüübid



Pihustamine

Kui on olemas tagumine pind, siis saab kanepilubja segu pihustada puitkarkassi ümber.



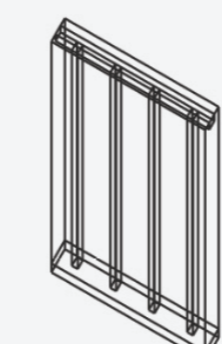
1

Kanepilubja sein



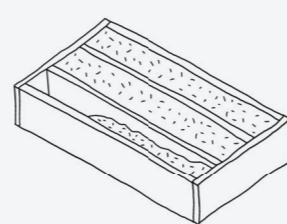
Tihendamine

Kanepilubja segu surutakse raketise vahele, et ümbritseda puitkarkassi objektile, moodustades kanepilubja seina.



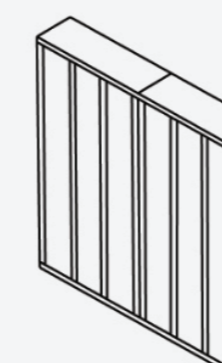
2

Kanepilubja sein



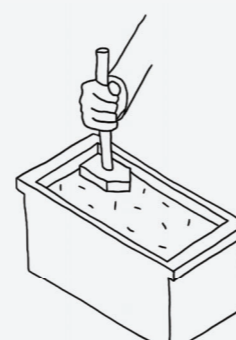
Kokkupressimine

Kokkupressimine aitab kanepilubjal kuivada kontrollitud kliimaga keskkonnas.



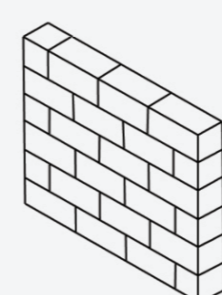
3

Eelvalmistatud paneel



Ploki valmistamine

Kanepilubja pressitakse plokkivormidesse, kust need eemaldatakse ja kuivatatakse enne kasutamist.

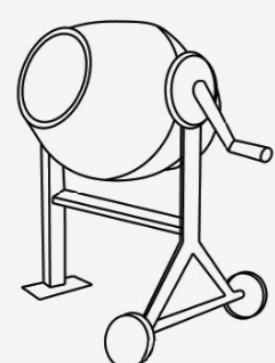


4

Plokkidest sein



4

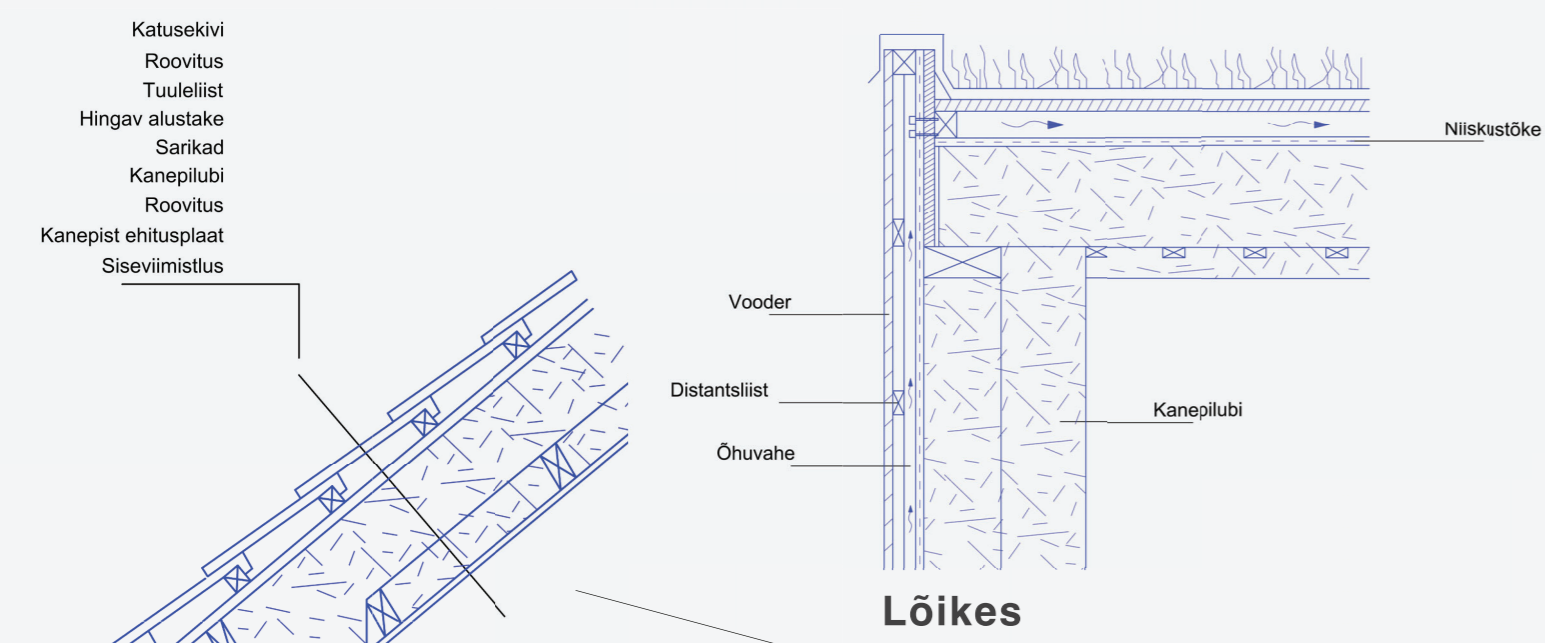


Segamine

Kanepiluum segatakse lubja ja veega, et moodustada kanepilubja segu, mida kasutada ehituses.

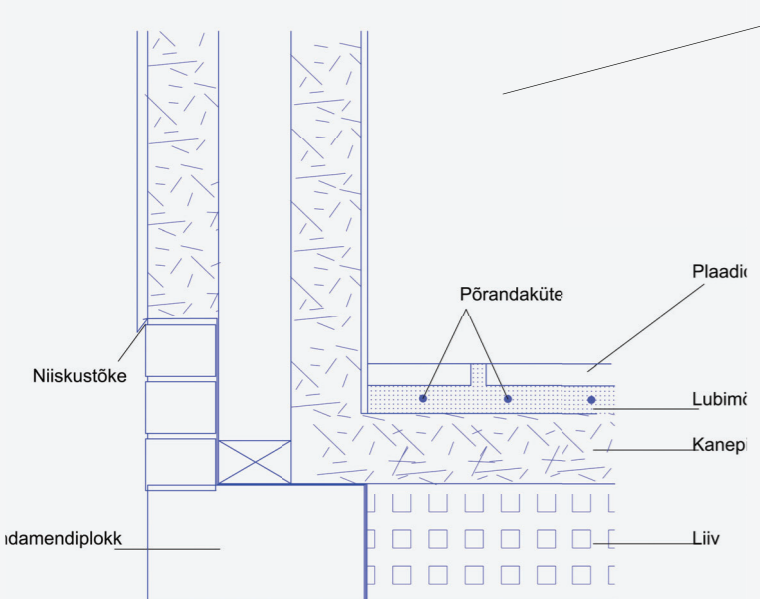
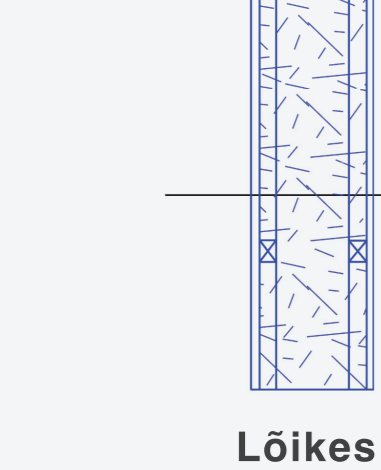


Kanepilubi tarindites



Katus

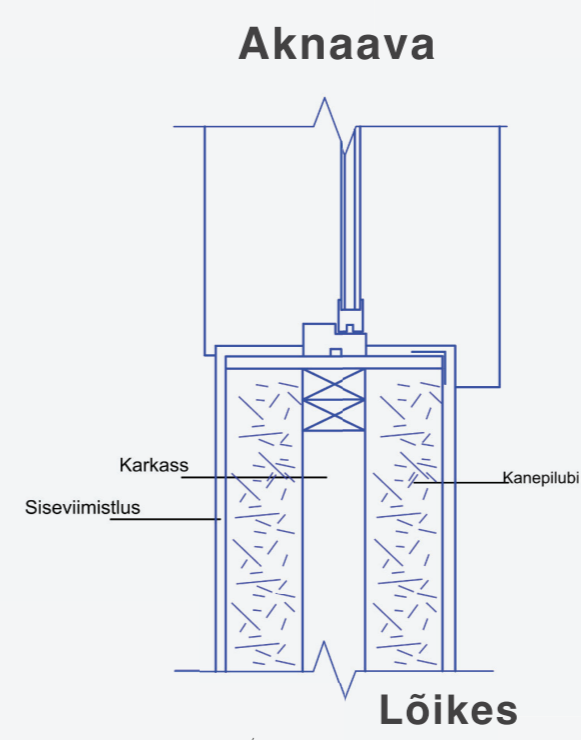
Kanepilubjast katuse soojustus pannakse sarkate vahele ja see sobib nii lame- kui ka viilkatustele. Seda ei kasutata tavaliselt vanades hoonetes, sest kanepilubja vajaliku paksuse tõttu on vaja sügavaid sarkaid ning kogu katuse ehituse sügavuse suurendamine põhjustab probleeme katuse kõrguse muutmise väljastpoolt või ruumi kõrguse kaotamisega seestpoolt.



Põrand

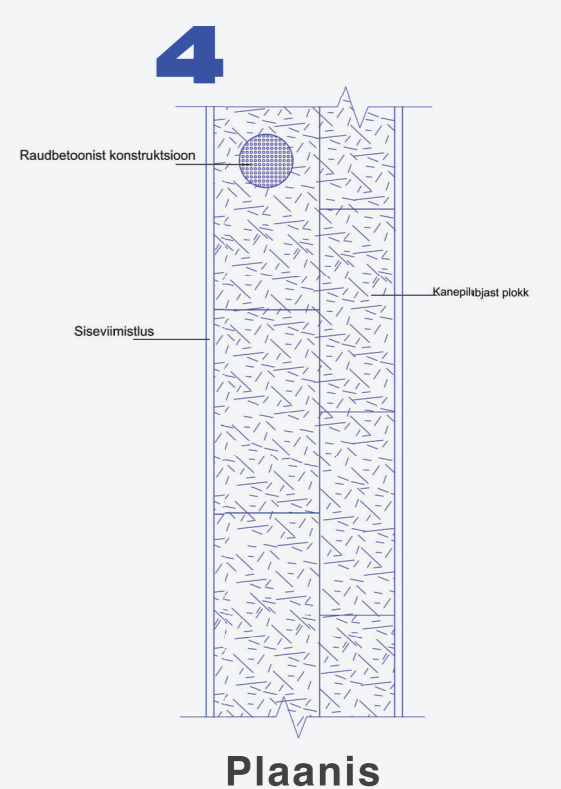
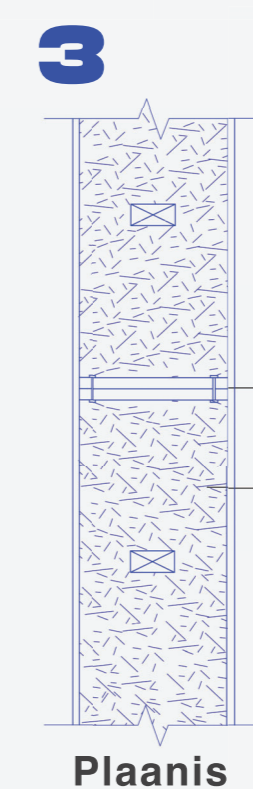
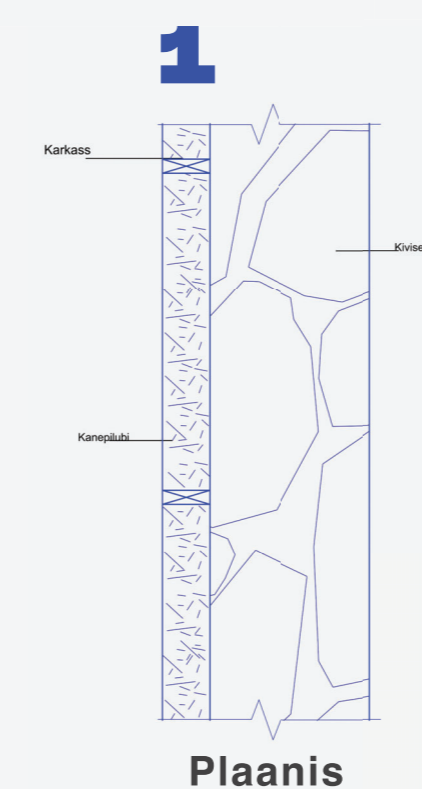
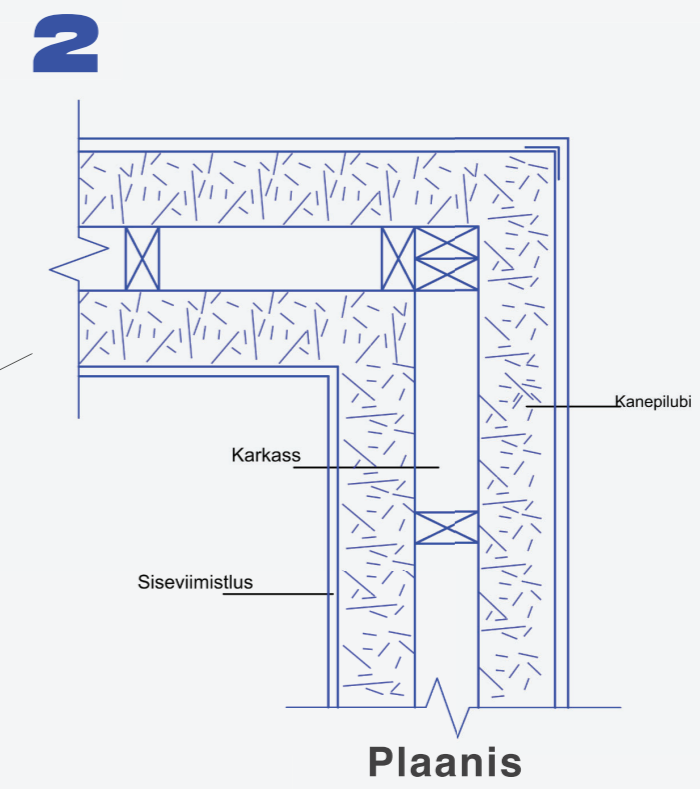
Kanepilubjakihit valatakse killustiku kihi peale, mis annab kindla aluse, lisaisolatsiooni ja tagab põrandaaluse õhulikumise. Segu peab ühtlaselt jaotuma, kuid pind ei pea olema täiesti sile, sest lubimõrdi tasanduskiht annab põrandale vajaliku tasasuse. Põrandakattena soovitakse kasutada ainult hingavaid plaate, näiteks terrakotat. Kõik torud ja juhtmed võib paigutada soojustuskihi sisse ning vajadusel võib paigaldada ka põrandaküttetorud, mis asetsevad segu sees.

Kanepilubjast seinakonstruktsioon toetub vundamendile ja tõuseb maapinnast vähemalt 250 mm kõrgusele. See on vajalik, et kaitsta kanepilubjast seina maapinnalt pritsiva vee eest.

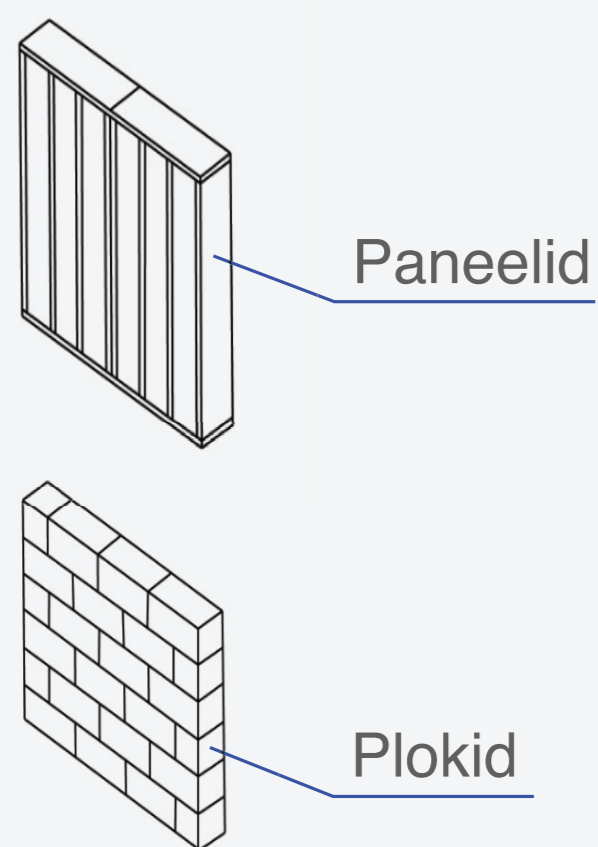


Seinad

Karkass on tavaliselt kanepilubjaseina keskel, kuid kui midagi on vaja kinnitada seinale, siis võib karkassi viia seina äärde. Näiteks seinale, mis kaetakse väljast puidu või müüritisega, oleks kasulik, kui raam oleks seina välispinnaga samal tasapinnal. Samuti on tavaline, et ruumis, kus tuleb seina sisse teha palju tugevaid kinnitusi, näiteks köögiseinakappide riputamiseks, on normaalne, et raam on seina sisepinnaga samal tasapinnal. Raami asetamine seina kummagi pinnaga ühele tasapinnale nõuab lisapuitdetailide lisamist, et ülejäänud kaks kolmandikku seinast oleks korralikult toetatud.



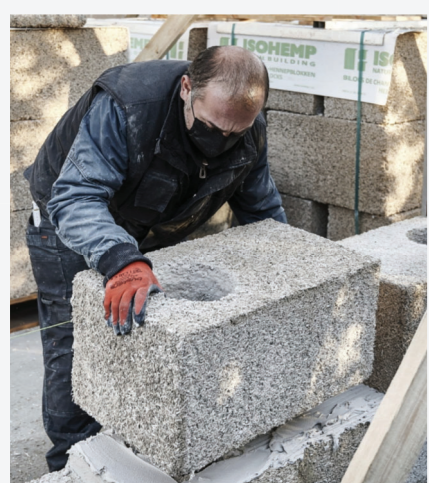
Kanepilubjast ehitustooted



Eelvalatud plokkide ja paneelide peamine eelis on see, et need jõuavad ehitusplatsile juba kuivanult. See tähendab, et krohvimist saab alustada kohe, kui seinte ehitus on lõppenud, vastupidiselt kohapeal valatud hempretele, millel kulub nädalaid kuivamiseks. Talvel on hemprete kohapeal valmistamine ning kuivamine praktiliselt võimatu.

Eelvalmistatud paneelide ja plokkide töökindlus ning muutumatu olemus on kasulik suuremahulistel objektidel, kus on oluline ette teada, kuidas materjal käitub peale paigaldamist, et oleks võimalik kuludid kontrolli all hoida. Lisaks on sellisel ehitades lihtsam planeerida töögraafikut, mis tihti peale võib olla keeruline ja rahaliselt kriitiline. Teisest küljest on kohapeal valamise meetodi eeliseks väiksemad tööjõukulud, kuna valamine ja kohapealne ehitus koondatakse üheks protsessiks.

Kohapeal valatud hemprete, mis on käsitsi asetatud, vajab vaid segumasinat ja tööjõudu, kes seguga täidetakse ämbreid veaks. Seevastu suurte eelvalatud paneelide puhul on vaja tootmiseks spetsiaalset tehnikat ning lisamaterjale, kuivatusmasinaid ja kohapealseid abimasinaid, mis tõstaksid suured paneelid paika.



Hempro

Hempro süsteem koosneb kahte tüüpi kanepiplokkidest paksusega 30 cm: täisplokkid ja masinaga töödeldud plokkid, mida nimetatakse augu- ja U-plokkideks. Täisplokke kasutatakse sammaste vahelisel alal isolatsiooni ja täitematerjalina ning nende sidumiseks kasutatakse spetsiaalset vuugisegu. Hoone väliskihis paiknevatesse masinaga töödeldud plokkidesse valatakse raudbetooni, et need toimiks karkassina. Aukudega plokkid on vertikaalsammaste valamiseks ja U-plokkid võimaldavad valada talasid, mis seejärel kannaks põrandat ja katust.

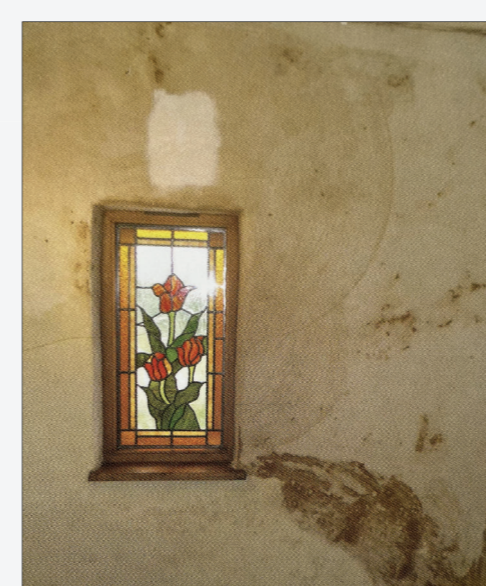


Biofiber

Biofiber kanepibetoonplokkid on uus toode, mida toodetakse Kanadas. Plokkid koosnevad plastikraamist, mille sisemine konstruktsioon on valmistatud komposiidist, mis on tulekindel ja ilma mürgiste koostisosadeta, ja selle ümber valatakse kanepibetoon. Biofiber kanepibetoonplokkid toimivad sarnaselt Lego klotsidele. Ploki ülaosas on kaheksa posti, mis sobivad klotsi põhjas olevatesse aukudesse. Just Biofiber plokkid on piisavalt tugevad, et neist ehitada kandvaid seinu ja need pakuvad ka head soojapidavust. Iga ploki vahel kasutatakse lubjast ja hakitud linast valmistatud vuugisegu ning plastpostidele kantakse liim, et plokkide omavahel kinnitada. Nendest plokkidest on võimalik ehitada 3-4 korruselisi hooned.

Kanepilubja võimalikud probleemid

Enamik kanepilubjaga seotud probleeme tuleneb tegelikult sellest, et ehitajad ei tunne piisavalt hästi selle segamise ja paigaldamise protseduure. Probleemid tekivad tihti seetõttu, sest pole piisavalt arvestatud aastaajaga, ilmastikutingimustega ning kuivamisajaga.



Kõige sagedasem viga on, et liiga kiiresti kantakse peale viimistlusmaterjalid ja ei lasta kanepilubjal täielikult ära kuivada



Kasutades ebakvaliteetseid sideaineid võib juhtuda, et segu ei kuivagi ära või ei lasse kanepiluu hingata, ning selle tulemusena võib kanepiluu hakata algsest hallitama ja hilisemas faasis võivad seal isegi seened kasvada.



Samuti võib ebakvaliteetse kanepiluu kasutamine viia probleemideni, näiteks kui kanepilubja koos on liiga palju peenosi või tolm. Selle põhjuseks on asjaolu, et nii peenosakesed kui ka tolm võivad imada liiges koguses vett, mis võib jätta liiga vähe vett sideaine kivistumiseks. Kui segu ei kivistu piisavalt viib see seinte vajumiseni või kokku kukkumiseni

Kanepilubjaga konkureerivad materjalid Eesti ehitusturul

Fibo 3
180€/m³



174 kg/m³
CO₂

Fibo plokkid on valmistatud kergbetoonist, mis koosneb erinevate kergkruusa fraktsioonide segust ja tsemendist. Plokke saab kasutada vundamentide ehitamiseks maa all. Need on niiskus- ja kemikaalkindlad, ei sisalda kahjulikke ühendeid ning ei hallita ega mädane. Fibo plokkid kinnitatakse üksteise peale seguga ja iga meetri tagant tuleb paigaldada horisontaalne armatuur. Fibo plokkide tugevus ja külmakindlus teeb neist ideaalse ehitusmaterjali lintvundamendi ehitamiseks.

Kanepilubi
235€/m³



-110 kg/m³
CO₂

Seda valmistatakse kanepitaimest saadud puitunud varte tükeldamisel ja märgsegamisel lubjapõhise sideainega, et luua materjal, mis on vormidesse pandav. Kanepilubi sobib soojustusmaterjaliks nii uusehitistes kui ka vanade hoonete restaureerimiseks.

Bauroci Ecoterm+
205€/m³



124 kg/m³
CO₂

Bauroci Ecoterm+ on poorbetoon plokk, mille valmistamiseks kasutatakse liiva, tsemendi ja vett, nagu tavabetooni valmistamiselgi. Lisaks kasutatakse poorbetooni valmistamisel ka lubja, kipsi ja väikest kogust alumiiniumi. Energiatõhusa ühekihilise ilma lisasoojustusega välisseina jaoks on eelmainitud plokk väga sobiv. Neid kasutatakse nii individuaalmajade kui ka 2-3-korruseliste ehitiste konstruktsioonelemendina.

Hind

Ühe kuupmeetri Fibo3 ploki hind on 180 eurot. Sama mahu Bauroc ecoterm+ ploki hind on 205 eurot ning ühe kuupmeetri kanepilubja hind tuleb kuskil 232 eurot. Arvesse tuleb võtta, et kõikide materjalidega ehitades tuleb juurde ka lisamaterjalide hind. Näiteks Bauroci ja Fiboga ehitades lisandub hinnale ka plokkide kinnituseks kasutatava segu hind ja armatuuri hind, mida tuleb kasutada peale iga neljandat rida. Kuna Fibo näol ei ole tegemist soojustava kihiga, siis ehitusmaterjalile lisandub ka soojustusmaterjalide hind. Kanepilubi ei ole kandev element ning see tuleb valada karkassi ümber, nii lisandub sinna ka karkassi hind ning vormi ehitamiseks kuluv raketise materjal, seda on küll võimalik taaskasutada erinevate raketiste ehitamisel.

Tehniliste omaduste võrdlus

Kõige parem on kanepilubja võrrelda Baurociga, sest sellel plokil on juba ka isolatsiooni funktsioon, vastupidiselt Fibole, kuhu on tarvis lisada veel soojustuskiht. Nagu näha tabelis, siis kanepilubi ei suuda võistelda Fibo ja Baurociga kandevõimes ning veekindluses, kuid teistes aspektides on võimalik neid vastavalt asukohale juba kaaluda. Kindlasti ei suuda kanepilubi täielikult ehituses neid materjale asendada. Näiteks ei ole kanepilubi parim vundamentide, liigniisketes kohtades seinte või tuletõkeseinete ehitamiseks.

	Hempcrete	FIBO3	BAUROC Ecoterm+
Survetugevus N/mm ²	0,22	3	1,8
Veeauru läbilaskvus μ	2,8	0,33	0,5
Soojuserihtivus W/mK	0,071	0,2	0,072
Õhumürasolatsioon Rw/dB	42	50	44
Tuletundlikkus	B	A1	A1

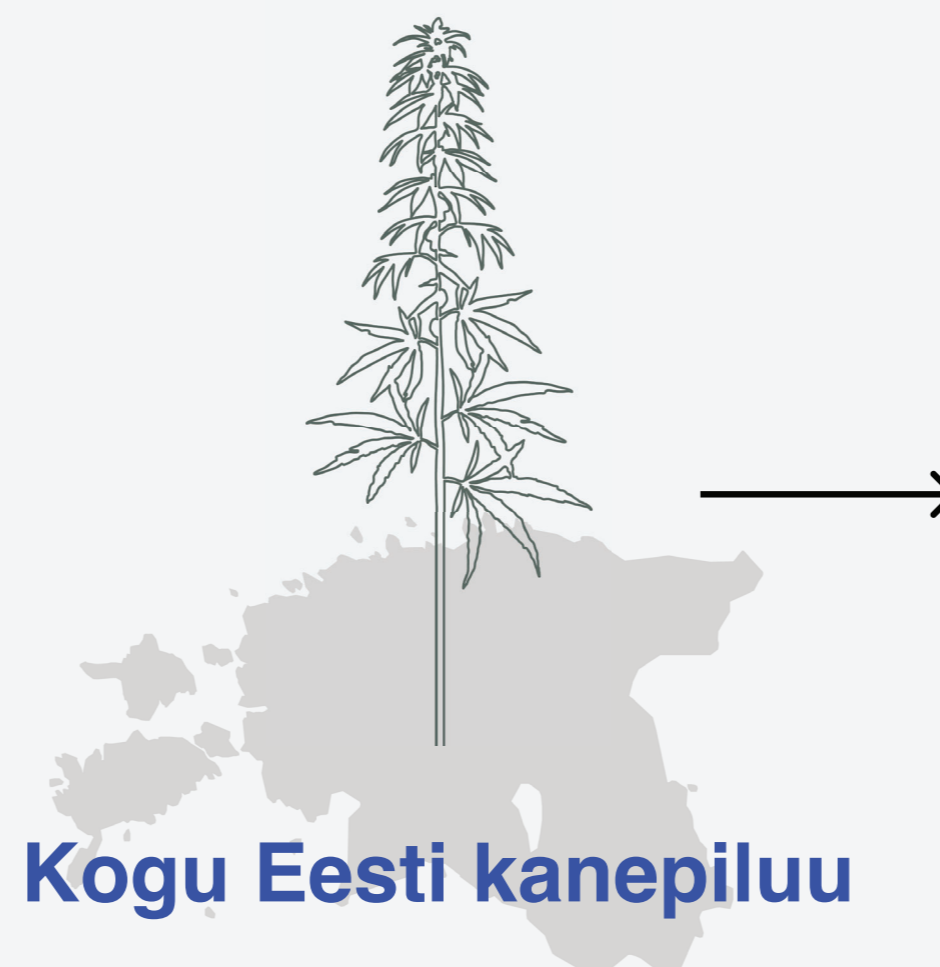
Segu vahetada muutes saab valmistada konkreetsele hellsolatsiooni vajadusele vastavalt.

Viiimistlusvahenditega seina kattes on võimalik suurendada

Ehituses asendamine

Arvesse võttes Statistikaameti kasutusse lubatud eluruumide (uusehitiste) ja kasutusse lubatud mitteleuumide (uusehitiste) andmeid, võib järeldada arvutuskäigu põhjal, et 2022. aastal ehitati kokku 1 235 571 m² jagu hooned. Arvestades, et umbes 10% hoone kogupinnast moodustavad seinad ning võttes aluseks, et keskmine seinakõrgus on 3,5m, saame teada, et ligikaudu uusehitiste seinamaht oli 2022. aastal 432 449 m³.

Tööstuskanep kasvab 2022. aastal Eestis 6 826 hektaril. Ühelt põllult saab 8-10t biomassi hektari kohta. See tähendab, et Eestis kasvatati 2022 aastal 54 608 000kg jagu kanepitaimi. Kogumassist moodutab umbes 60% kanepilubi, mis tähendab, et Eesti põldudel kasvatatavast saagist saaks 32 764 800kg kanepilubja aastast. Ühe kuupmeetri kanepilubja tegemiseks kasutatakse umbes 125kg kanepilubja. See tähendab, et Eestis oli 2022. aasta seisuga võimekus toota 262 118m³ kanepilubja. Kui kasutada kogu potentsiaalset kogus kanepilubja valmistamiseks, saaks sellega täita umbes 60% ehituses seintele kuluvast aastast mahust Eestis.



Kogu Eesti kanepilubi

60% aastast seinte mahust

Kui kasutada kogu potentsiaalset kogus kanepilubja valmistamiseks, saaks sellega täita umbes 60% ehituses seintele kuluvast aastast mahust Eestis.

Keskkonnasõbralikkus

Kolm materjali - betoon, raud ja alumiinium - moodustavad 23% kogu maailma CO₂ emissioonidest ja enamus sellest kasutatakse ehituses. See on märkimisväärne protsent kogu maailma CO₂ emissioonidest. Kuna Fibo ja Bauroc mõlemad kuuluvad betoonitoodete alla, siis nende tarbimine mõjutab ka suuresti kogu maailma CO₂ jalajälge.

Kanepilubja üheks suurimaks eeliseks ongi keskkonnasäästlikkus. Kui kanepilubjaga ehitamisel kasutatakse lisamaterjalina peamiselt puitu, siis Fibo ja Baurocil lisanduvad sinna ka veel tsemendipõhised segud ning Fibo ja Baurocil lisanduvad sinna ka veel tsemendipõhised segud ning Fibo ja Baurocil lisanduvad sinna ka veel tsemendipõhised segud ning Fibo ja Baurocil lisanduvad sinna ka veel tsemendipõhised segud. Võrreldes Baurociga, mille süsinikjalajalg on 121 kg/m³ ja kergbetoonplokil nagu Fibo 174 kg/m³, on kanepilubja kasutades CO₂ emissioonide sääst kahekordne ehk -110kg/m³. Kanepitaim oma kasvuprotsessis neelab süsinikdioksiidi ning pärast ka materjalina seob seda, mis teeb temast väga keskkonnasõbraliku ehitusmaterjali. Just seetõttu võiks kanepilubja eelistada nii Fibole, Baurocile kui ka paljudele teistele isolatsioonmaterjalidele.

Kui arvutada aastase materjali mahuga, mida suudab kanepilubi asendada, siis hoiame kokku sama palju CO₂ emissioone kui Paide elanikkond aastas toodab.



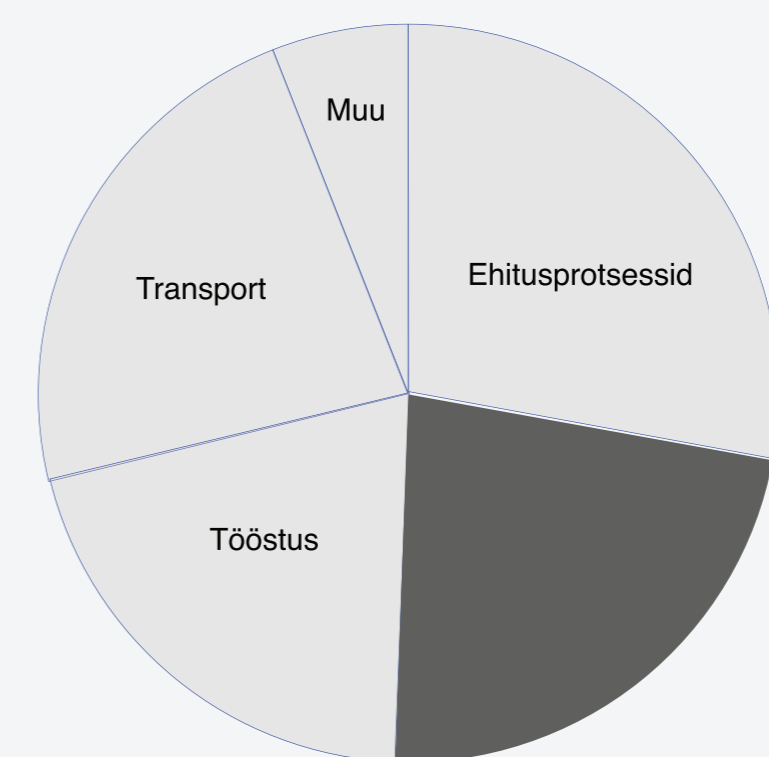
-110 kg/m³
CO₂

CO₂ emissioonide vähenemine aastas

Ligikaudu
60 000 t/CO₂

Paide elanikkonna jalajalg

Iga-aastased globaalsed CO₂ emissioonid



23%

Betoon (11%)
Metall (10%)
Alumiinium (2%)

6

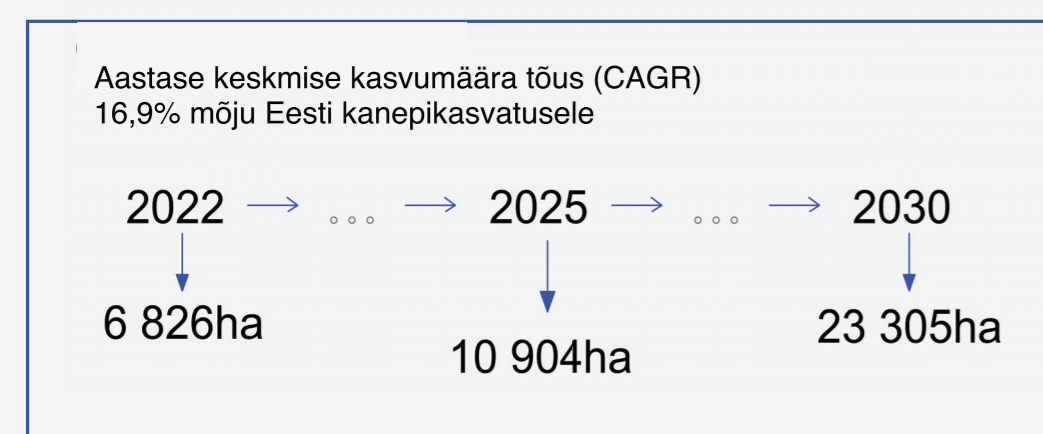
Tööstuskanepi turg ja tehas

Prognoositav turukasv

Eestis kasvas 2022. aastal tööstuskanep 6 286 hektaril. Kogu saagi varre osa jäi kasutusele. Seetõttu oleks Eestisse mõistlik rajada kanepitööstustehas, millega saaksime ära kasutada kogu kanepitaime potentsiaali.

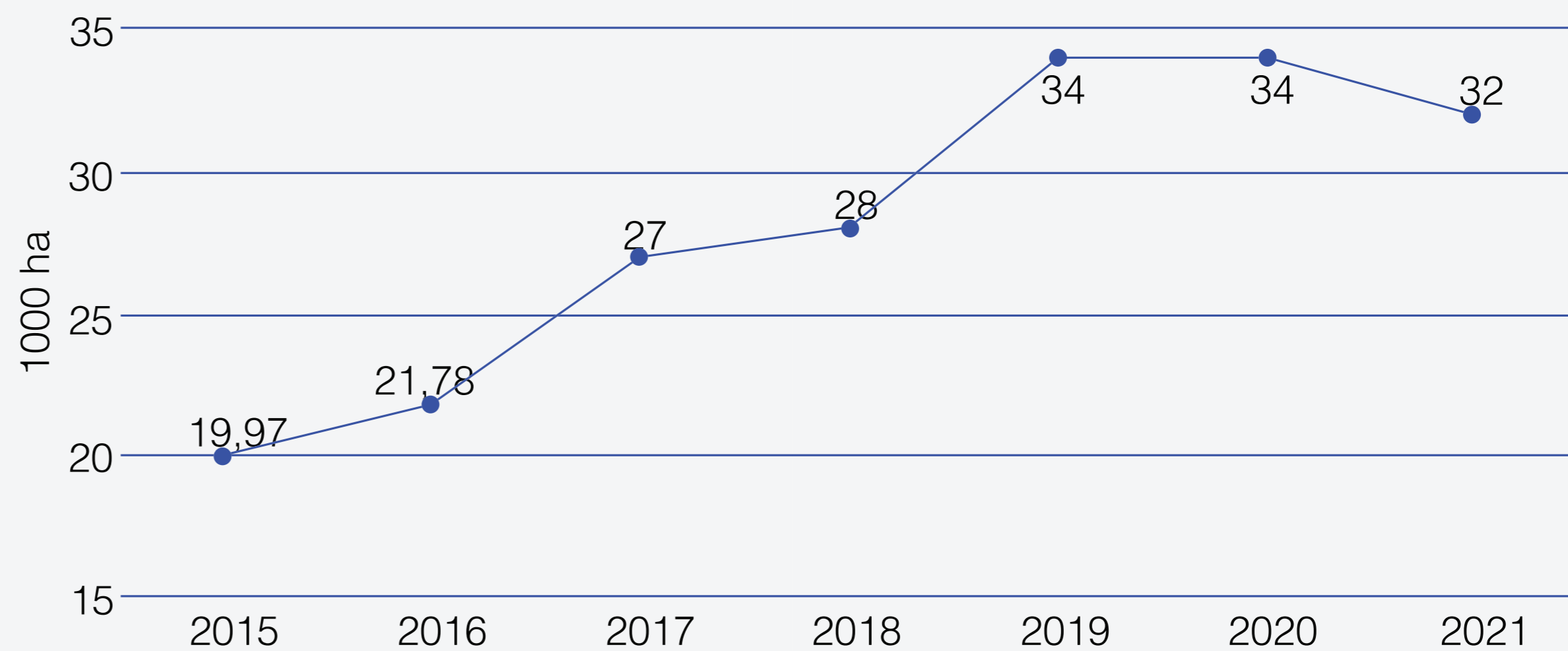
Viimastel aastatel on pindala, mille kasvatatakse tööstuskanepit, Euroopa Liidus märkimisväärselt suurenenud. 2015. aastal kasvas kanep 19 970 hektaril ja juba 2019. aastal 34 960 hektaril, mis teeb pindala kasvuks nelja aastaga 75%. Samal perioodil kasvas kanepi tootmine 94 120 tonnist 152 820 tonnini, suurenedes 62,4%

2021. Aastal hinnati ülemaailmse tööstusliku kanepi turu väärtuseks 4,26 miljardit USA dollarit ning aastaks 2030 ennustatakse CAGR-i (aastane keskmine kasvumäär) kasvu 16,9%. Sellised tegurid nagu kanepiseemnete ja kanepikiu funktsionaalsed omadused, nende mitmekülgsed eelised ja laialdasem kasutamine kaubanduslikes rakendustes soodustavad tööstusliku kanepi turu kiiret kasvu prognoosiperioodil 2021-2030.



Kui arvutada Eestis 16,9% aastane turukasv, siis see tähendaks, et aastaks 2025 kasvaks meil kanep 10 904 hektaril ja 2030. aastal 23 805 hektaril. Kui praegu on kanep 25. kohal enim kasvupinnaga kultuuride seas, siis 23 805 hektariga asetseks ta hetkel 18. kohal, edestades näiteks rukist, söödaks mõeldud kultuure, tatart ja suvirapsi.

Euroopa maa-ala, mida kasutatakse kanepi harimiseks Eurostat



Kanepikiu ja -luu tootmine

Ainult kiu saamiseks kasvatatud kanep koristatakse tavaliselt peale õitsemist, kuid enne seemnete valmimist. Pärast kanepi lõikamist peab see läbima etapi, mida nimetatakse kasteleoprotsessiks. See aitab lõhkuda sidemed kanepi luu ja kiu vahel, mis teeb nende eraldamise hiljem lihtsamaks. Järgnevalt kaarutatakse ka see läbi, et kanep saaks ühtlasemalt kuivada ning selle käigus eemaldatakse ka lehed. Seejärel kuivatud saak pallitakse ja seejärel transporditakse vastavasse sihtkohta.

Esimese protsessina töötusliinil toimub palli lahtiharutamine, et saadud mass jookses liinil ühtlaselt. Seejärel eemaldatakse, kõige sagedamini haamerdamise teel, kiud. Eraldunud tükid, mis kiududest eraldati, puhastatakse väiksematest tükkidest ning tolmust ja tükeldatakse vastavasse mõõtu - tegemist on kanepiluuaga. See järel pakitakse saadud toormaterjalid ning nad on valmis edasiseks transpordiks või tootmiseks.

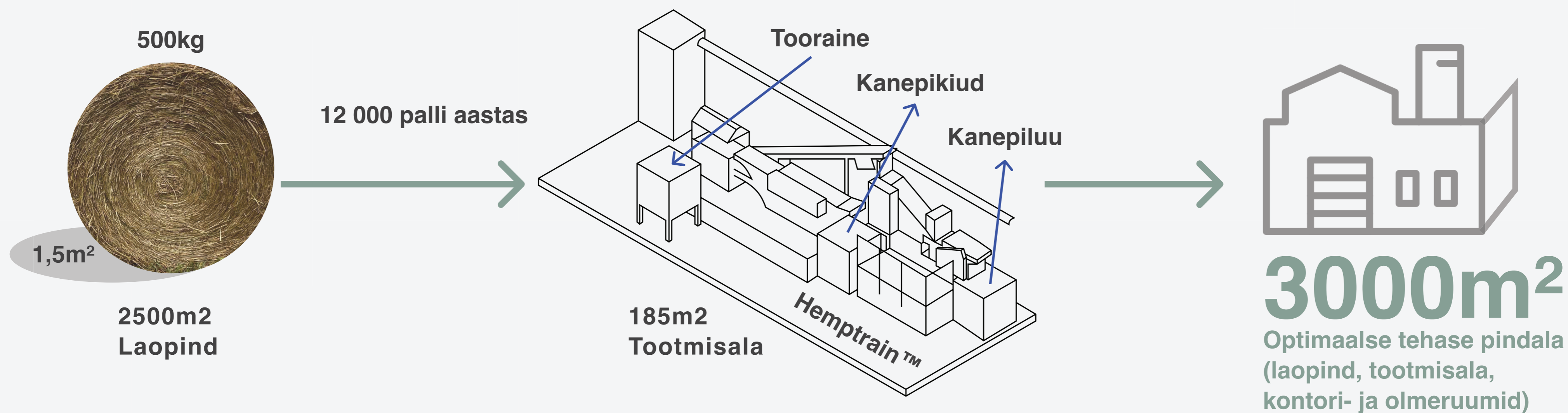
Tehaste optimaalne suurus ja arv Eestis

Kui võtta arvesse, et üks kanepipall kaalub umbes 500kg ja aastast peab tehase läbi käima 6 000 000 kg jagu kanepit, siis see teeb kogumahuks umbes 12 000 kanepipalli aastas. Ladustatakse kuni 5 palli üksteise peal ja ühe palli alla läheb umbes 1,5m² põrandapinda, see teeb vajaminevaks ladustamiseks 3 600m². Kui arvestada, et igas kuus suudetatakse töödelda 960 kanepipalli ja need on ladustatud viiestes vrnades, väheneb tooraine pindala iga kuu peaaegu 300m². Arvatavasti oktoobris korjatud saagi on tehase võimeline otse toomisest laskma ja seda ei ole eraldi hoiustada vaja.

Samuti võtsin arvesse, et korraga on tehase võimeline ladustama 75% aastast mahust, sest kõik pallid ei pruugi korraga jõuda ja iga kuuga maht ka väheneb. Selline arvutus andis kogu vajaminevaks lao suuruseks umbes 2 500m². Kui kõik pindalad kokku lüüa tuleb kogu vajamineva tehase kompleksi suuruseks umbes 3 000m²

Canadian Greenfield Technologies on välja töötanud ainulaadse kanepi töötlemise seadme HempTrain™, millel on võimekus töödelda kogu taime.

HempTrain™ suudab töödelda keskmiselt 1000kg (max 1400kg) kanepit tunnis, mis on umbes 2 palli kanepit. Kui tehas suudab töödelda tunnis 1000kg kanepit ning tehas töötab aastast 6000 tundi (2x 10h vahetused, 6 päeva nädalas), suudab see tehas arvutuste kohaselt töödelda 6 000 000kg kanepit aastas. Peale seemnete eemaldamist, saab suurusjärgus 3400kg kanepit hektari kohta. See tähendab, et sellisel tehasel on võimsus teenindada 2000 hektarit, kui tehast töötat järjepidevalt aastaringiselt.



2025. aastaks oleks mõistlik rajada 5 teha Eestis peale

Kui arvesse võtta eelnevas peatükis välja toodud prognoositavat turu kasvu, siis 2025. aastaks peaks prognoosikohaselt kasvama Eestis tööstuskanep 10 904 hektaril. Arvestades eelmises peatükis kirjeldatud teha, oleks ühe tehase võimekus töödelda keskmiselt 2000 hektari jagu kanepit. See tähendaks, et 2025. aastaks oleks juba mõistlik rajada 5 teha Eestis peale. Kuna Eestis kasvas 2019. aastal tööstuskanep juba 9 845 hektaril, siis tõenäoliselt on 2025. aastaks üle 10 000 hektari saavutatud. Võttes arvesse, et praegusel hetkel puudub igasugune kanepikiu ja -luu tööstus Eestis.



Tehaste asukohtade määramine

5 enim vähenenud põllumajandusmaaga maakonnad Eestis 2022. aasta seisuga

	Põllumajandusmaa 2022 a (ha)	Max. põllumajandusmaa 2004-2022 a (ha)	Vahe
Harju maakond	72731	73899	-1168
Hiiu maakond	16337	17312	-975
Ida-Viru maakond	30214	34326	-4114
Jõgeva maakond	68026	81984	-13958
Järva maakond	81129	83297	-2168
Lääne maakond	38182	58733	-20551
Lääne-Viru maakond	108473	109509	-1036
Põlva maakond	45301	58941	-13640
Pärnu maakond	103069	103823	-754
Rapla maakond	65471	70981	-5510
Saare maakond	62721	61922	799
Tartu maakond	102112	102281	-169
Valga maakond	39846	50492	-10646
Viljandi maakond	88187	94756	-6569
Võru maakond	61465	61737	-272

Tehaste asukohtade määramiseks võtsin esmalt aluseks põllumaade vähenemise maakonniti, et teada saada, kus maakonnas on kõige rohkem kunagi kasutuses olnud põllumaad üle. Võrdlesin maksimaalset põllumajandusmaad, mis on 2004-2022 aasta vahemikus kasutusel olnud, 2022. aastal kasutuses olnud põllumaaga. Nii sain tulemuseks maakonnad, kellel on kõige rohkem kasutuseta põllumaad. Kõige rohkem on põllumaad vähenenud Lääne maakonnas ja seda 20 551 hektari võrra, millele järgnevad Jõgeva maakond, Põlva maakond, Valga maakond ning Viljandi maakond

Eelnevale kihile lisatud 5 keskmiselt kõige rohkem kanepit kasvatanud maakonnad aastatel 2017–2022

	Kanepi kasvatuse keskmine 2017-2022 a (ha)
Harju maakond	351
Hiiu maakond	0
Ida-Viru maakond	756
Jõgeva maakond	1014
Järva maakond	33
Lääne maakond	72
Lääne-Viru maakond	79
Põlva maakond	33
Pärnu maakond	456
Rapla maakond	49
Saare maakond	928
Tartu maakond	94
Valga maakond	237
Viljandi maakond	943
Võru maakond	110

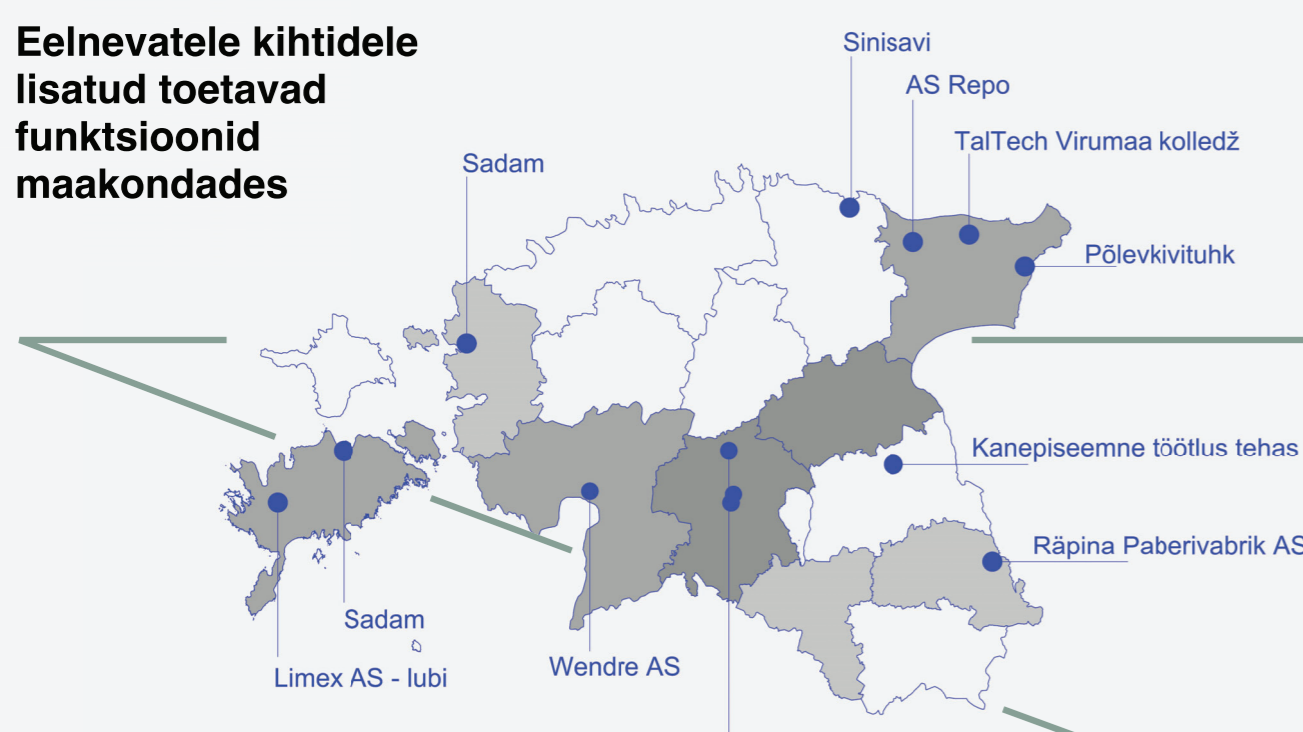
Kanepikasvatuse maht maakonniti on väga ebastabiilne. Ühel aastal on kasvatatud kanepit mõnes maakonnas mitmel tuhandel hektaril, kuid järgmisel aastal kasvatatakse vaid paarisajal. Nii tuli järgmiseks võrdlusaspektiks keskmiselt kõige rohkem kanepit kasvatatud maakonnad 2017-2022 aastate vältel. Kõige rohkem on keskmiselt 6 aasta jooksul kanepit kasvatatud Jõgeva maakond, Viljandi maakond, Saare maakond, Ida-Viru maakond ja Pärnu maakond

Eelnevatele kihtidele lisatud 5 maakonda, kes on kasvatanud aastatel 2017–2022 kõige rohkematel hektaritel kanepit

	Suurim maht aastas (ha)
Harju maakond	610
Hiiu maakond	0
Ida-Viru maakond	1275
Jõgeva maakond	1811
Järva maakond	199
Lääne maakond	140
Lääne-Viru maakond	471
Põlva maakond	166
Pärnu maakond	1791
Rapla maakond	291
Saare maakond	1819
Tartu maakond	279
Valga maakond	618
Viljandi maakond	3663
Võru maakond	333

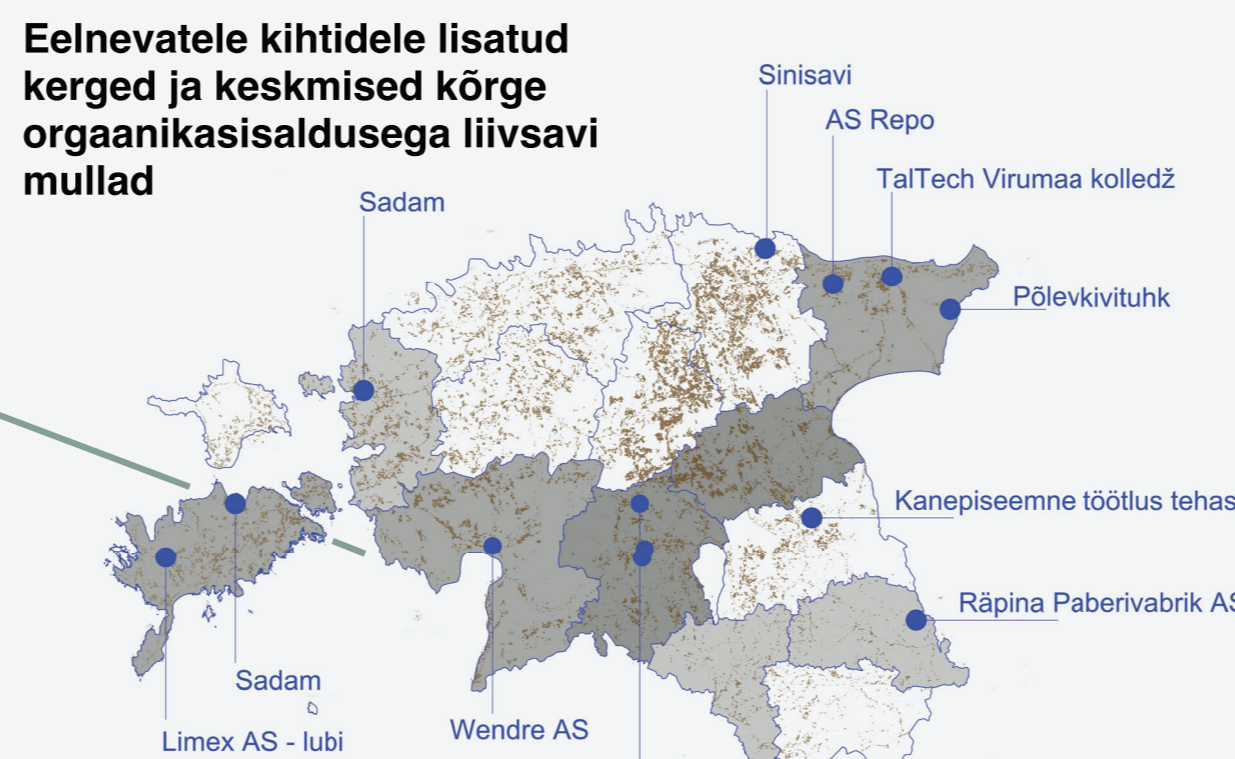
Komanda punktina võrdlesin ühel aastal kõige rohkematel hektaritel tööstuskanepit kasvatatud maakondasid. See võrdlus toob välja maakonnad, kellel on olnud mingil hetkel olemas juba võimekus suuremas mahus tööstuskanepit toota. Kõige rohkem on ühel aastal kasvatatud kanepit Viljandimaal, 2 korda rohkem kui teisel kohal oleval Saare maakonnal, kus on kasvatatud kõige rohkem 1819 hektaril. Neile järgnevad Jõgeva maakond, Pärnu maakond ning Ida-Viru maakond

Eelnevatele kihtidele lisatud toetavad funktsioonid maakondades



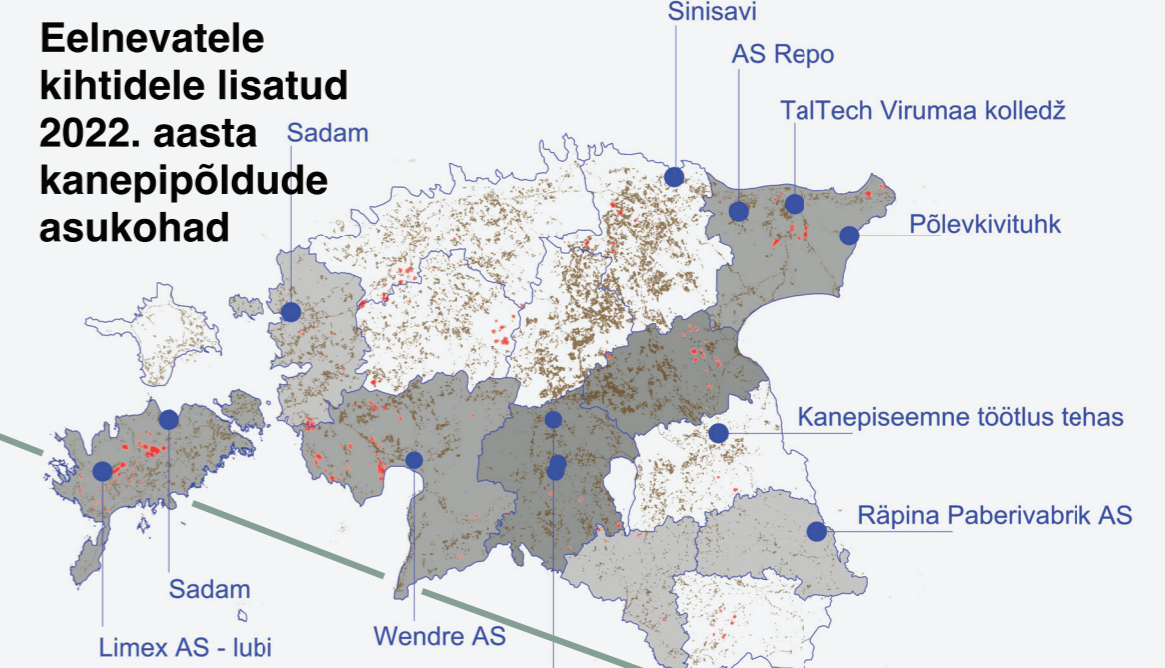
Eelmainitule lisaks toin välja ka toetavad funktsioonid maakonniti. Näiteks hariduskeskused, mis potentsiaalselt saavad panustada selle sektori arendusse või olemasolevad toorained ning ettevõtted, mis võiks toetada kanepist materjalitööstust.

Eelnevatele kihtidele lisatud kerged ja keskmised kõrge orgaanikasisaldusega liivsavi mullad



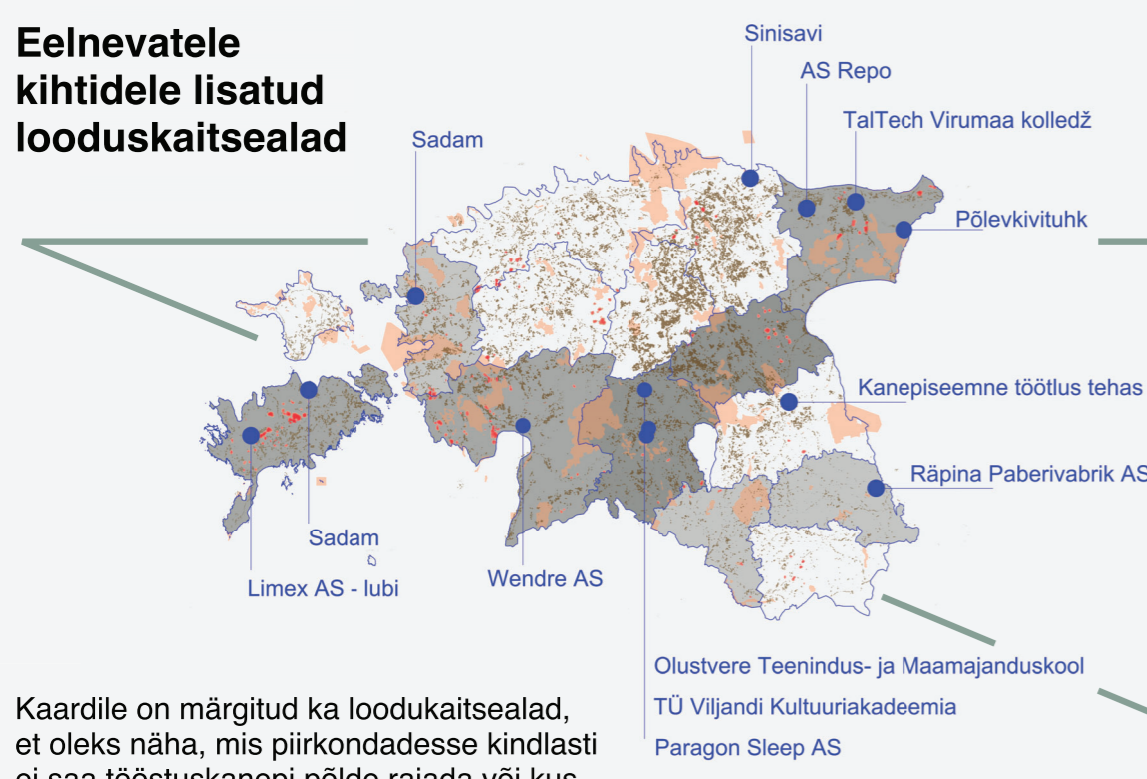
Nagu on mainitud eelmistes peatükkides, kasvab kanep väga edukalt erinevatel muldadel. Parimad on kerged ja keskmised kõrge orgaanikasisaldusega liivsavi mullad. Sobiv mulla pH on 6-7,5, sest happelistel muldadel kanep hästi ei kasva ja jääb kiduraks. Järgmiseks olen kaardile märkinud kõige sobilikuma mulla asukohad

Eelnevatele kihtidele lisatud 2022. aasta kanepipõldude asukohad



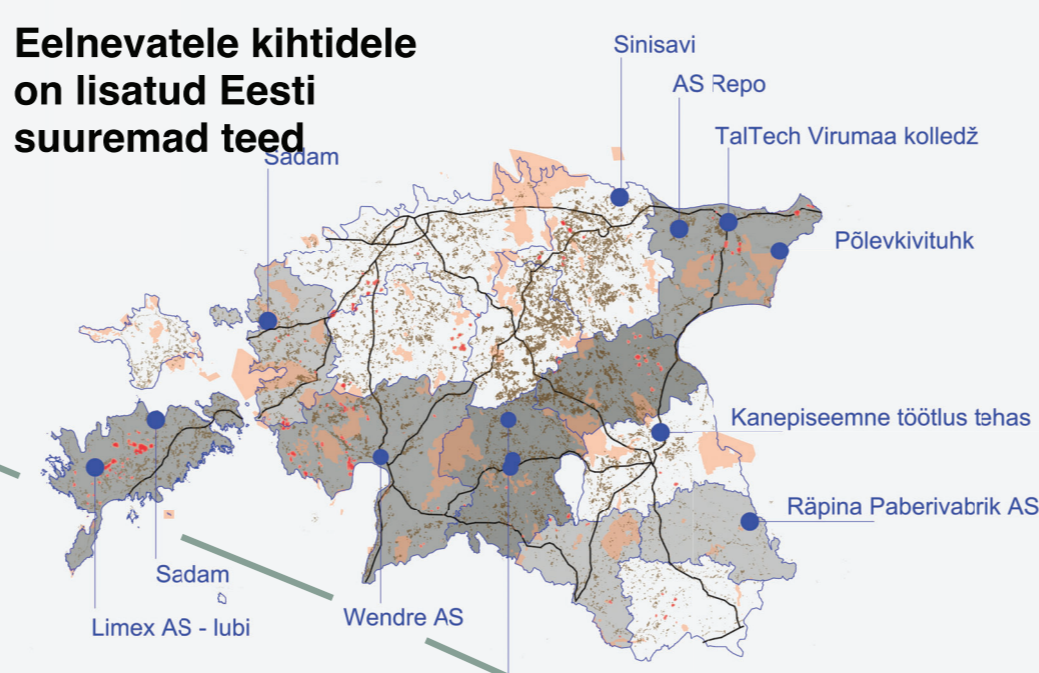
Seejärel olen kaardile lisanud kihi, mis näitab, kus kasvati 2022. aastal tööstuskanepit. Nii saab asukoha valikul arvestada ka konkreetse hetkeolukorraga.

Eelnevatele kihtidele lisatud looduskaitsealad



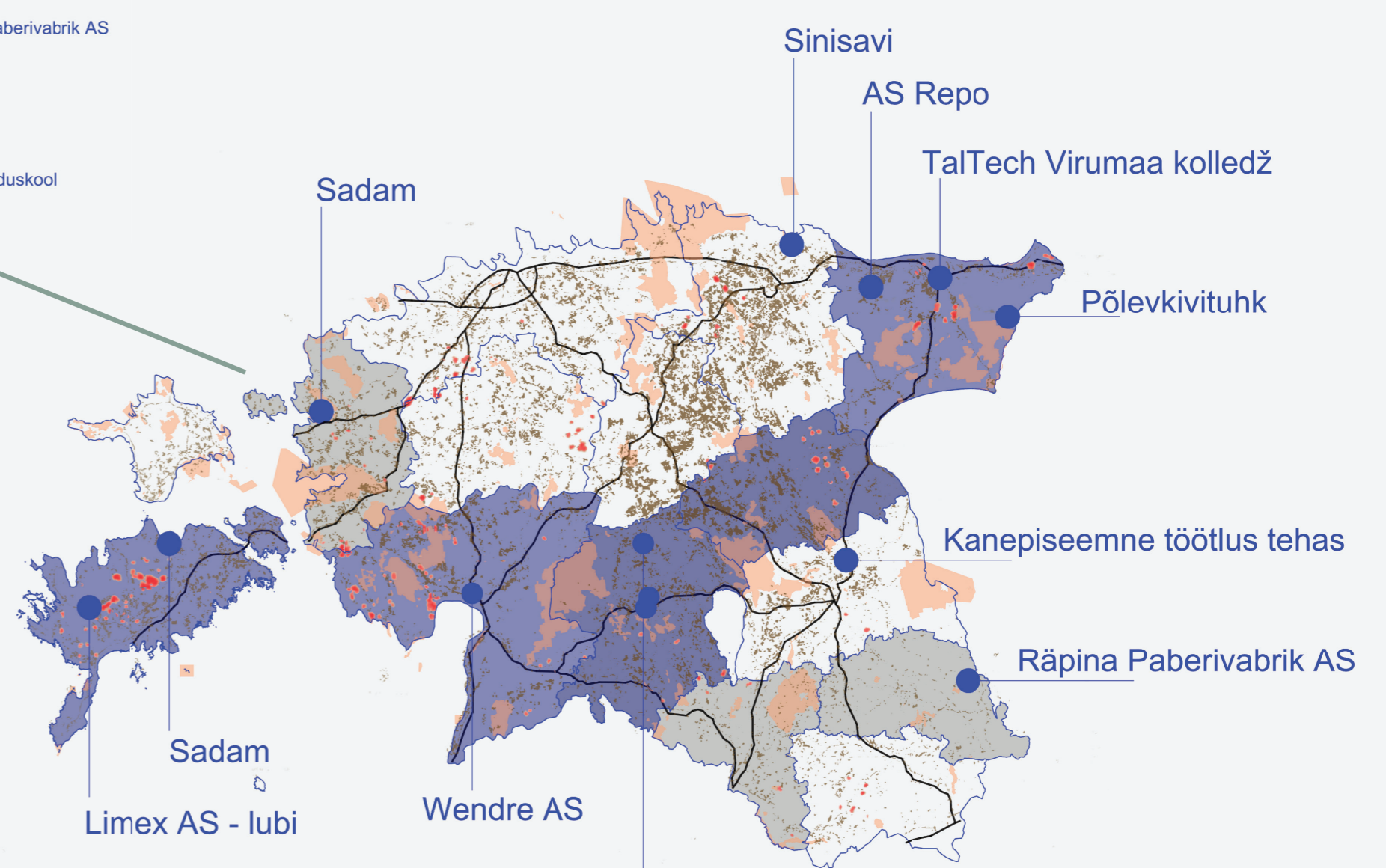
Kaardile on märgitud ka looduskaitsealad, et oleks näha, mis piirkondadesse kindlasti ei saa tööstuskanepi põlde rajada või kus see on väga raskendatud.

Eelnevatele kihtidele on lisatud Eesti suuremad teed



Ning viimasena olen kaardile lisanud suuremad Eesti teed, et nende järgi vaadata transpordivõimalusi.

Eelnevatele kihtide põhjal valitud maakonnad, kuhu võiks Eestis rajada kanepi tööstustehase



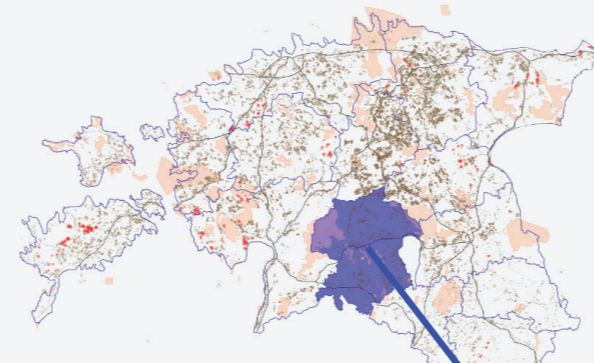
Eelmainitud analüüsi põhjal mõistsin, et igas maakonnas on võimalik kasvatada kanepit edukalt, sest kanepi kasvatamiseks olulised kriteeriumid on igas maakonnas täidetud. Seetõttu maakondade, kuhu rajada kanepi tööstustehas, valikul lähtun eelkõige toetavate funktsioonide olemasolust ja põllumajanduslikust olukorrast. Jälgin, millistes maakondades on kõige rohkem kasutuseta haritavat maad ja millised on varasemalt kasvatatud kanepit kõige suuremal hulgal.

Olustvere Teenindus- ja Maamajanduskool
TÜ Viljandi Kultuuriakadeemia
Paragon Sleep AS

Maakonnasisene asukoht

Suurimad maanteed, mis Viljandimaad läbivad, on Tartu-Viljandi-Kilingi-Nõmme ja Imavere-Viljandi-Karksi-Nuia. Kasutades neid teid, saaks mugavalt tehase toodangut transportida erinevatesse sihtkohtadesse.

Viljandimaa keskus on Viljandi linn, kust on parim ühistranspordi infrastruktuur. Seetõttu võiks tehas asuda võimalikult lähedal keskusele, sest seal leiaksid tulevased töötajad endale meelepärase kodu ja saavad mugavalt liikuda tööle ühistranspordiga. Enamus toetavatest funktsioonidest, mis panid Viljandimaa kasuks otsustama, asuvad samuti Viljandi linna läheduses. Viljandimaa keskosas, kus asub ka keskus, on sobilikku põllumaad rohkelt. Seda kõike arvesse võttes otsustasin otsida tehase asukohta Viljandi linnast ja selle lähedusest.



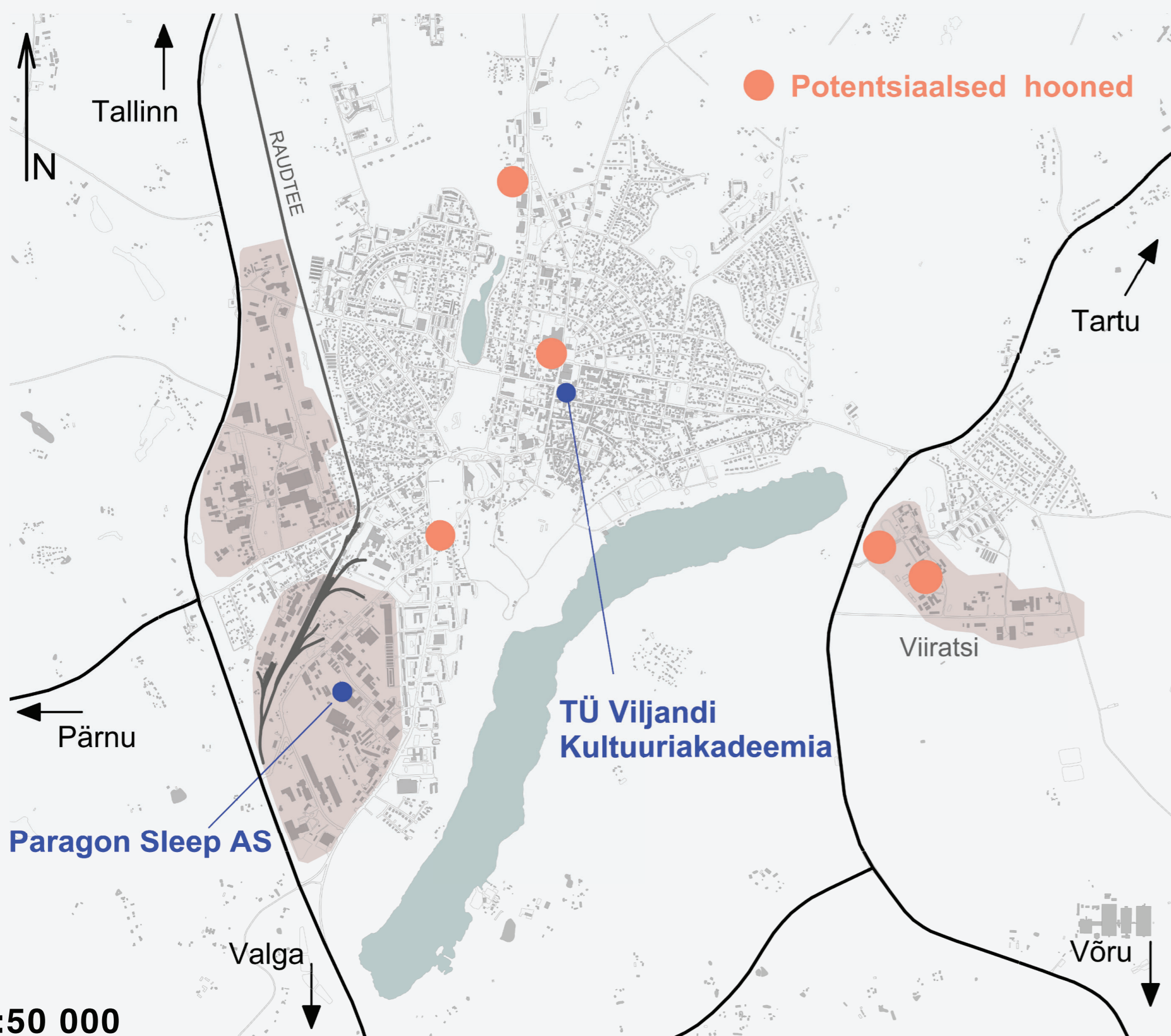
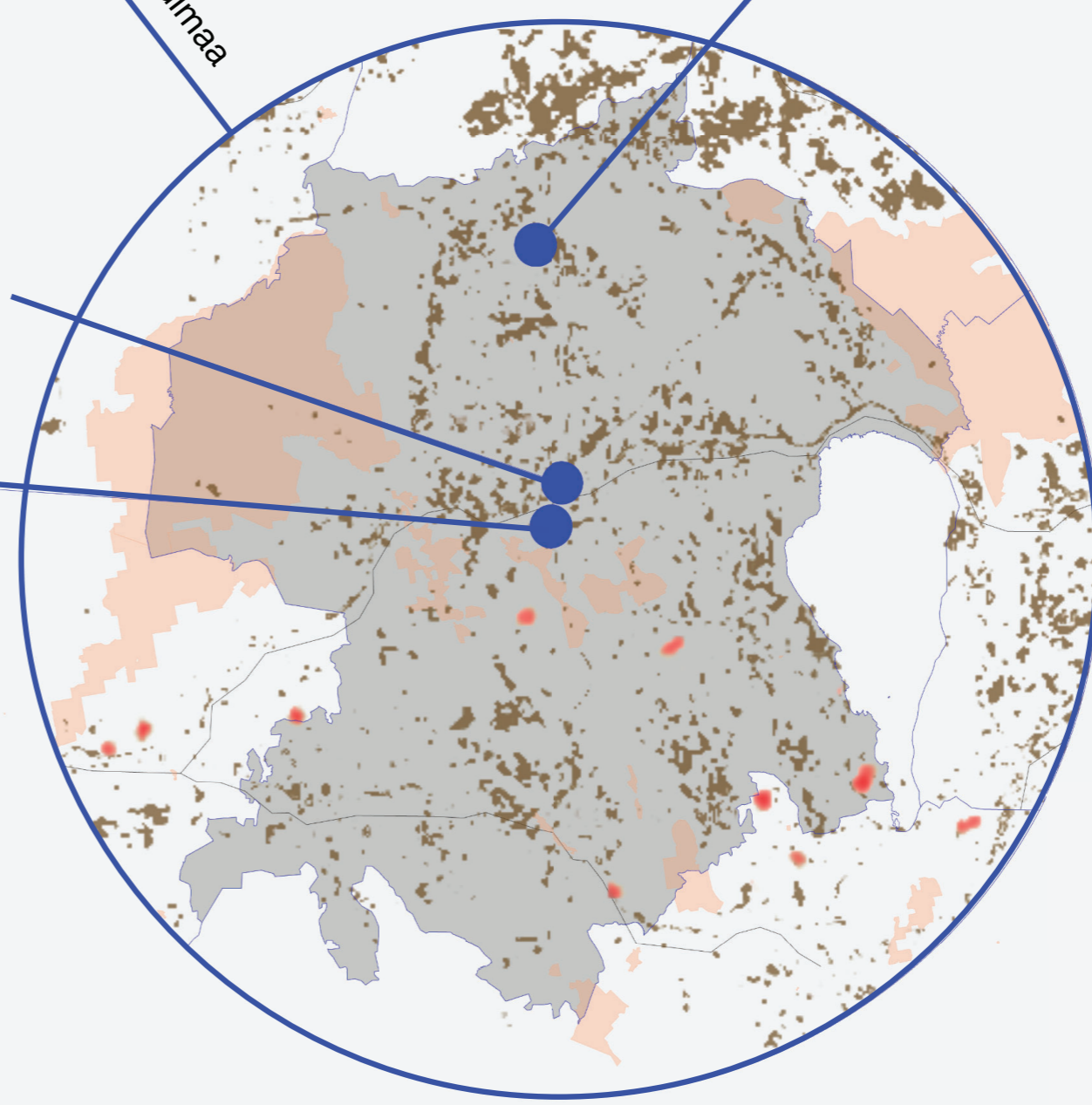
Viljandimaa

Olustvere Teenindus- ja Maamajanduskool

TÜ Viljandi Kultuuriakadeemia

Paragon Sleep AS

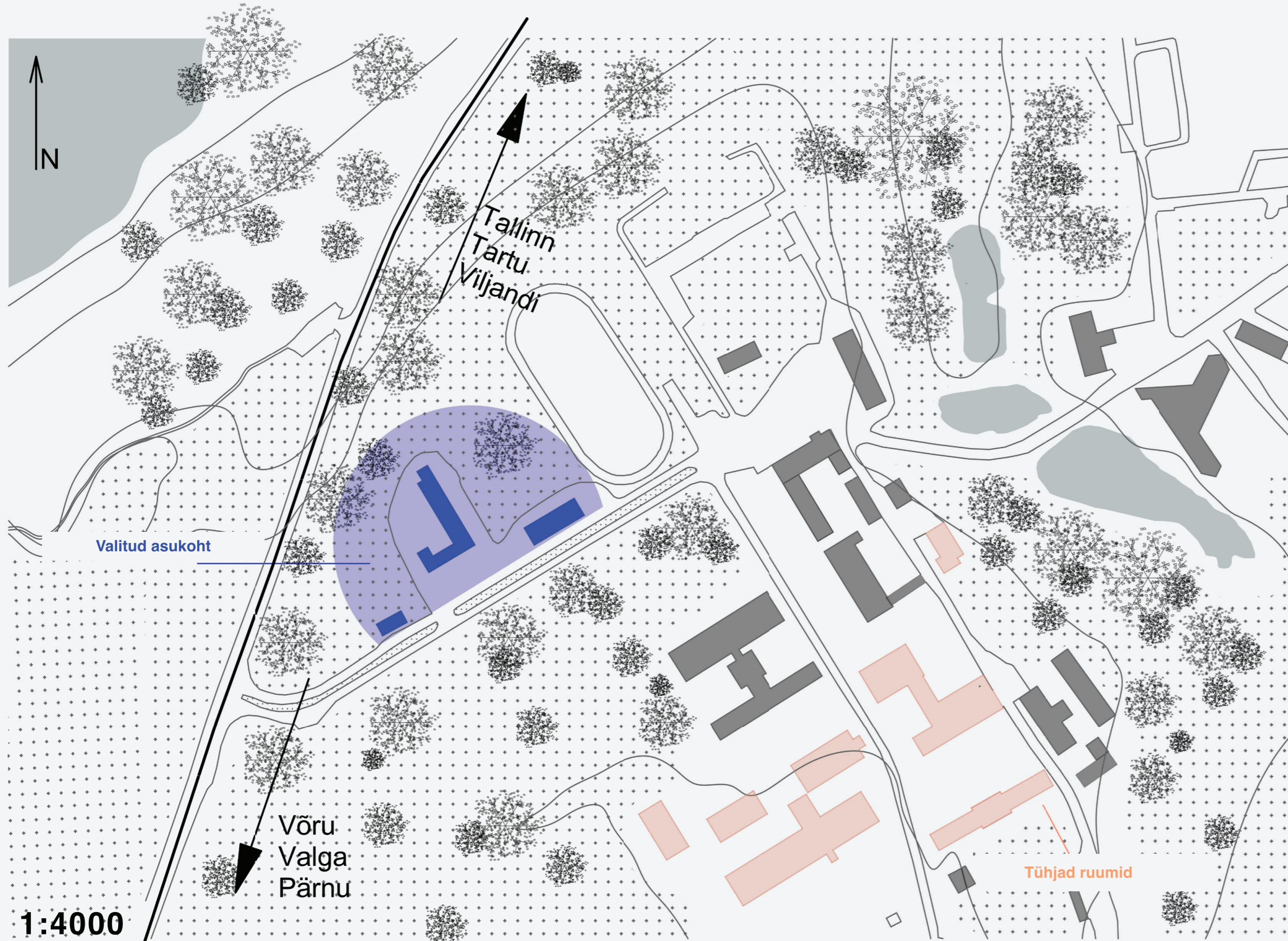
Potentsiaalsed hooned



Viljandi linnas ja selle ümbruses on kolm aja jooksul väljakujunenud tööstuspiirkonda. Kanepist ehitus on väga sobilik olemasolevate hoonete soojustamiseks ning kivi- ja puithoonete restaureerimiseks. Sellele toetudes, keskkonnasõbralikku mõttelaadi viljeledes, on mõistlik kasutada ära mõnda vana tühja hoonet, mis muidu jääks kasutuseta.

Otsides Viljandi linna lähedalt tööstuspiirkondadest tühjaid hooned, leidsin keskusest kilomeetri kauguselt Viiratsi, mida ühendab linnaga kergliiklustee. Viiratsis asuvad tühjad hooned, mille suurus on sobiv tööstuskanepi tööstustehase loomiseks. Asukohas oli kunagi üks Eesti uuenduslikumaid kolhoosikomplekse, mille hooned on täna kasutuseta. Samuti elab Viiratsis rohkelt inimesi ja seal on arenguruumi tööstuse loomiseks. Selle põhjal valisin tehase asukohaks Viiratsi.

Kanepitööstlustehas Viiratsi näitel



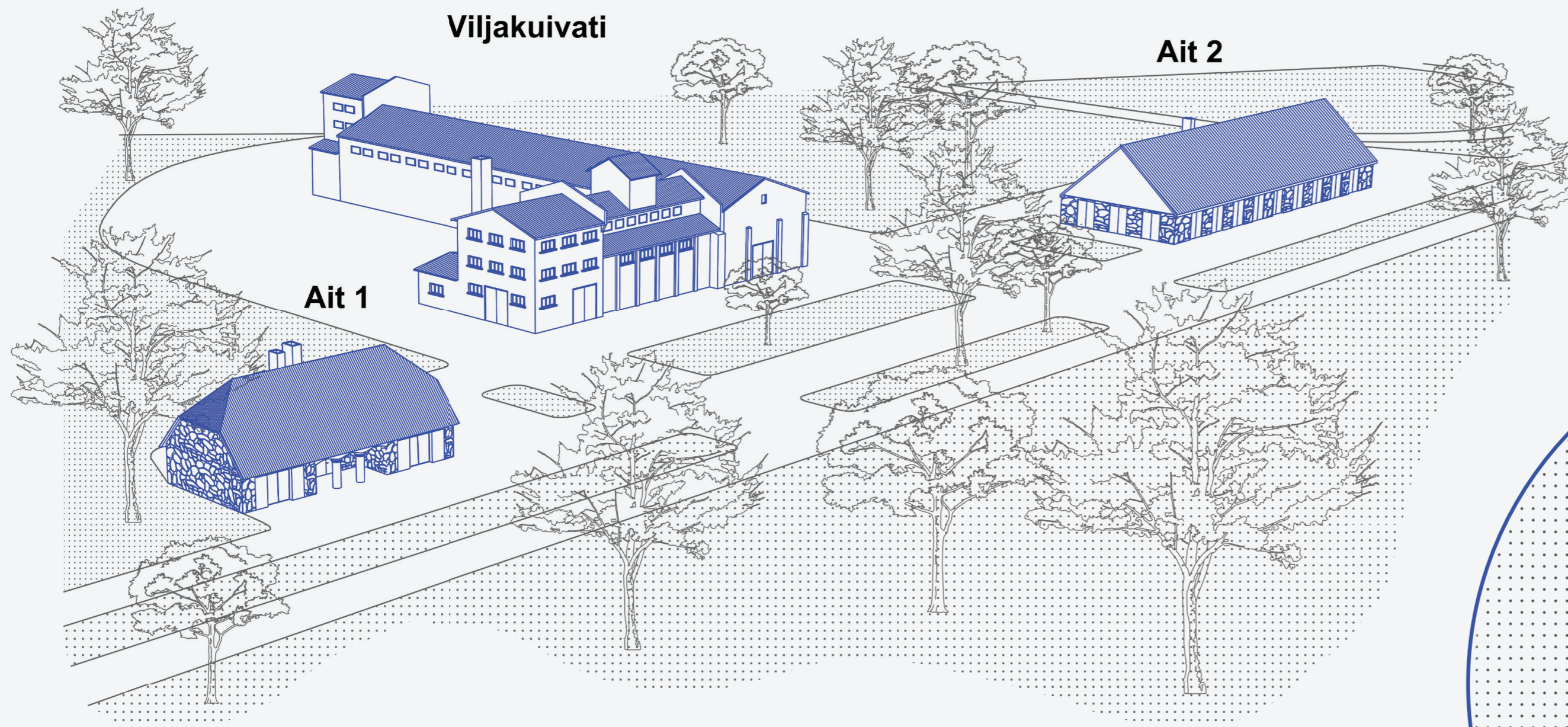
Viiratsis asuvate tühjade hoonete seast valisin vana viljakuivati ja selle lähedal asuvad Viiratsi mõisa juurde kuuluvat kaks hoonet. Viimastel on väärtus, mida võiks kasutusele võtta ja seeläbi säilitada. Samuti on viljakuivati erilise arhitektuuriga kui ümberkaudsed kolhoosiehitised.

Valitud hooned asuvad maanteele väga lähedal, mis on hea, sest siis saab toimuda vajadusel transport ilma linna läbimata igas suunas. Hoone oleks nähtav nii maanteel sõitjatele ja Viiratsisse sisenejatele, tänu millele saaks see vajadusel tähelepanu. Samuti viib tehase hooneteni kergliiklustee, mida mööda saaksid näiteks töötajad või külastajad keskusest tulla. Lisaks asub potentsiaalne hoone teistest eraldi ja on ümbritsetud kõrghaljastusega. Eelmainitud omadusi arvesse võttes, otsustasin luua näidiseks kanepitööstlustehase nendesse hoonetesse.

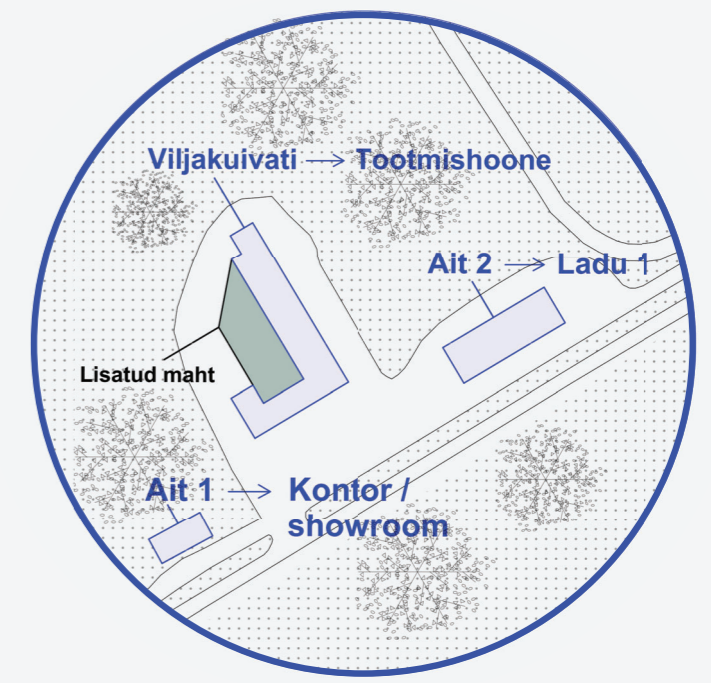
Olemasolevad hooned Viiratsis on mahuga 1 415 ruutmeetrit, millest üksi ei piisa optimaalse tehase jaoks. Vaja on juurde vähemalt 1 500 ruutmeetrit, et kogu tehase maht oleks ligikaudu 3 000 ruutmeetrit. Hoonesse peavad mahtuma tootmine, laoruum, töötajate ruumid, tehnruumid ja kontor.

Tehase planeering

Hoonete hetkeolukord



Funktsioonid



Transport

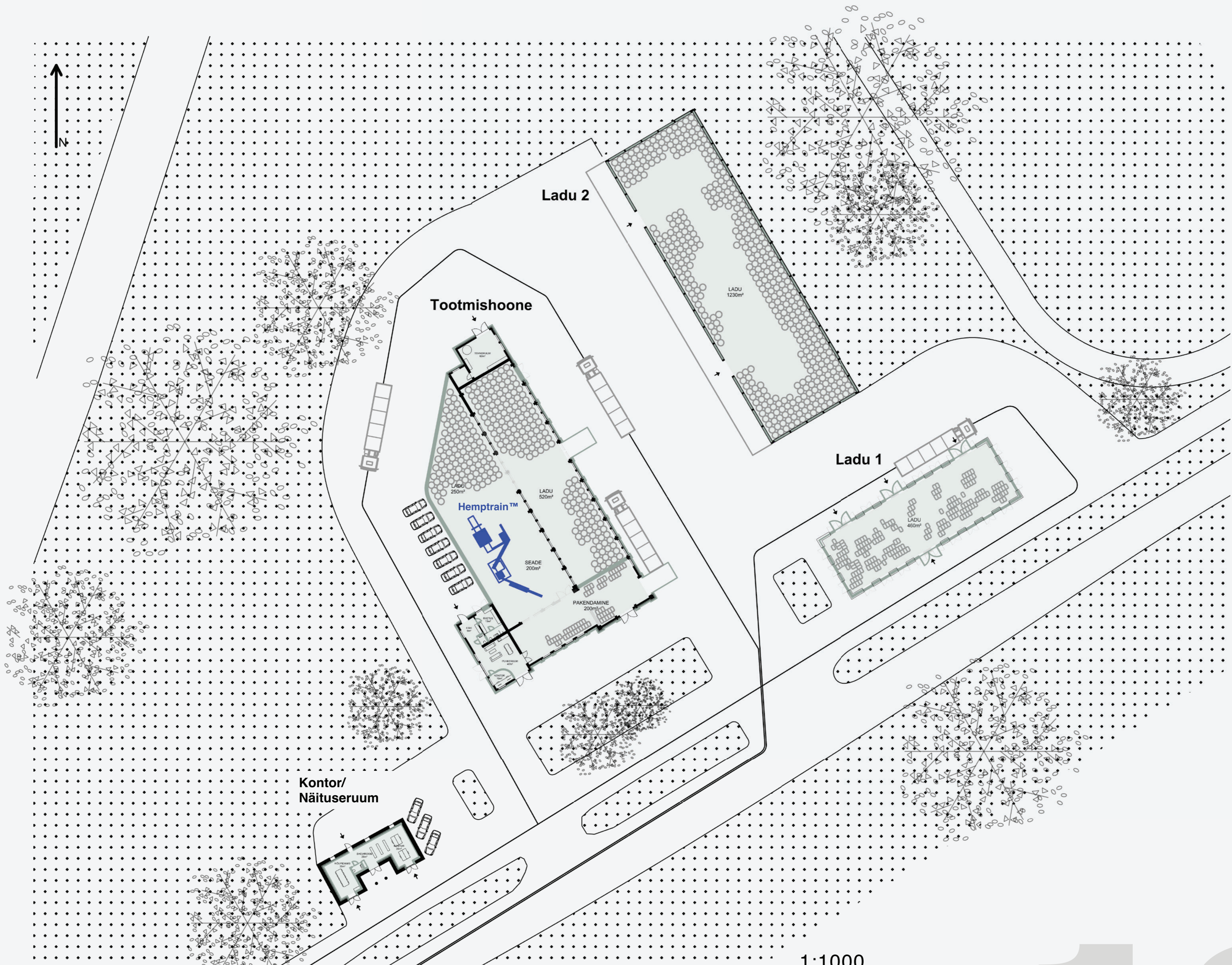


Esimene hoone maantee poolt lähenedes on 19. sajandi algusest pärinev mõisakompleksi ait. Tegemist on paksude maakivist seintega, kelpkatusega ja 3 kaaravaga hoonega. Hoone pindala on 95 ruutmeetrit. Hoone peasissepääs on maja eest, sammaste vahelt, mis on kutsuv ja esinduslik. Sinna saaks ehitada kanepitööstuse kontori- ja näituseruumi, sest hoone suurus on väiksem kompleksis ja hoone arhitektuur kõige sobilikum.

Järgmine hoone on kolhoosiaegne viljakuivati, mis on ehitatud 1950. aastatel ning sellele on tehtud juurdeehitusi. Varasemalt teega paralleelselt olnud hoonele lisandus teega risti olev väljalatav osa. Hoone pindala on algselt 775 ruutmeetrit, millest ei piisa tehase mahuks. Kuna hoone on L-kujuline, siis saab ehitada sisenerka lisamahu, mis täidaks täna kasutseta ala ja parandaks hoone ümber transporti. Mahu selliselt lisamine annaks juurde 450 ruutmeetrit, millest koos esialgse hoone koosseisuga piisaks optimaalse tootmishoone ja lao loomiseks.

Kõige suurem maht tehasekompleksis on vajalik tööstuskanepi pallide ja toodangu hoiustamiseks. Laopinnaks on olemas mõisakompleksi kuuluv teine aidahoone, kuid sellest jääb väheks. Kõige mõistlikumaks uue laahoone asukohaks on teisel pool laadimisala asuv ala. Kuna seade vajab kõige spetsiifilisemat ruumi ehk ventilatsiooni- ja elektrilahendusi, oleks see kõige mõistlikum paigutada tootmishoone juurde ehitatud mahtu. Eelnevat arvesse võttes on transport korraldatud nii, et laadimisala jääb tootmishoone idapoolsesse külge ning veoautod saavad mugavalt ümber maja sõita tehasealalt väljumiseks.

Hoonete kasutus



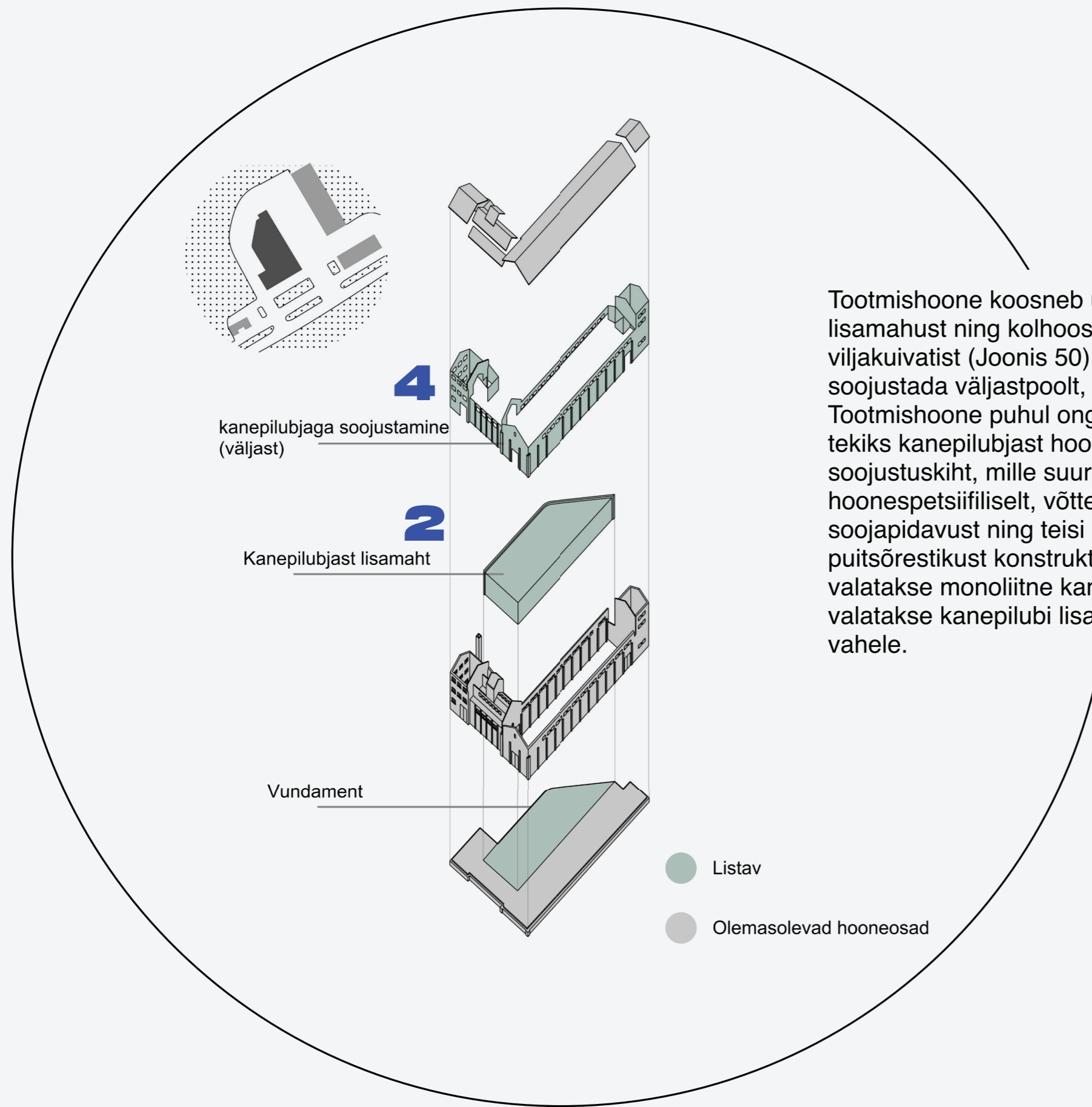
Kontorihoonesse sisenedes astub külastaja alasse, kus saaks näidata ja tutvustada hemprete materjali ja selle kasutust. Kuna tegemist on pigem väikese hoonega, siis oleks see avatud planeeringuga. Paremal näitusealast oleks kontorilaud ja vasakul nõupidamisruum, mida saab kasutada nii tehas ise kui ka väliskülalised.

Tootmishoone on kompleksi peahoone, kus asub kanepitööstusliin (Masina jaoks vajaminev ruum on vähemalt 185m² ja lagi peab olema 5m kõrge). Kõige vasakpoolses osas asub töötajatele mõeldud ala, mis koosneb riietus-, pesemis-, puhke- ja kontoriruumist. Lisamahu paikneb kanepitööstuse seade koos 250 ruutmeetrise laopinnaga. Hoone vana osa on mõeldud lao- ja pakendamispinnaks. Tehase põhjapoolses nurgas asuvad tehno ruumid.

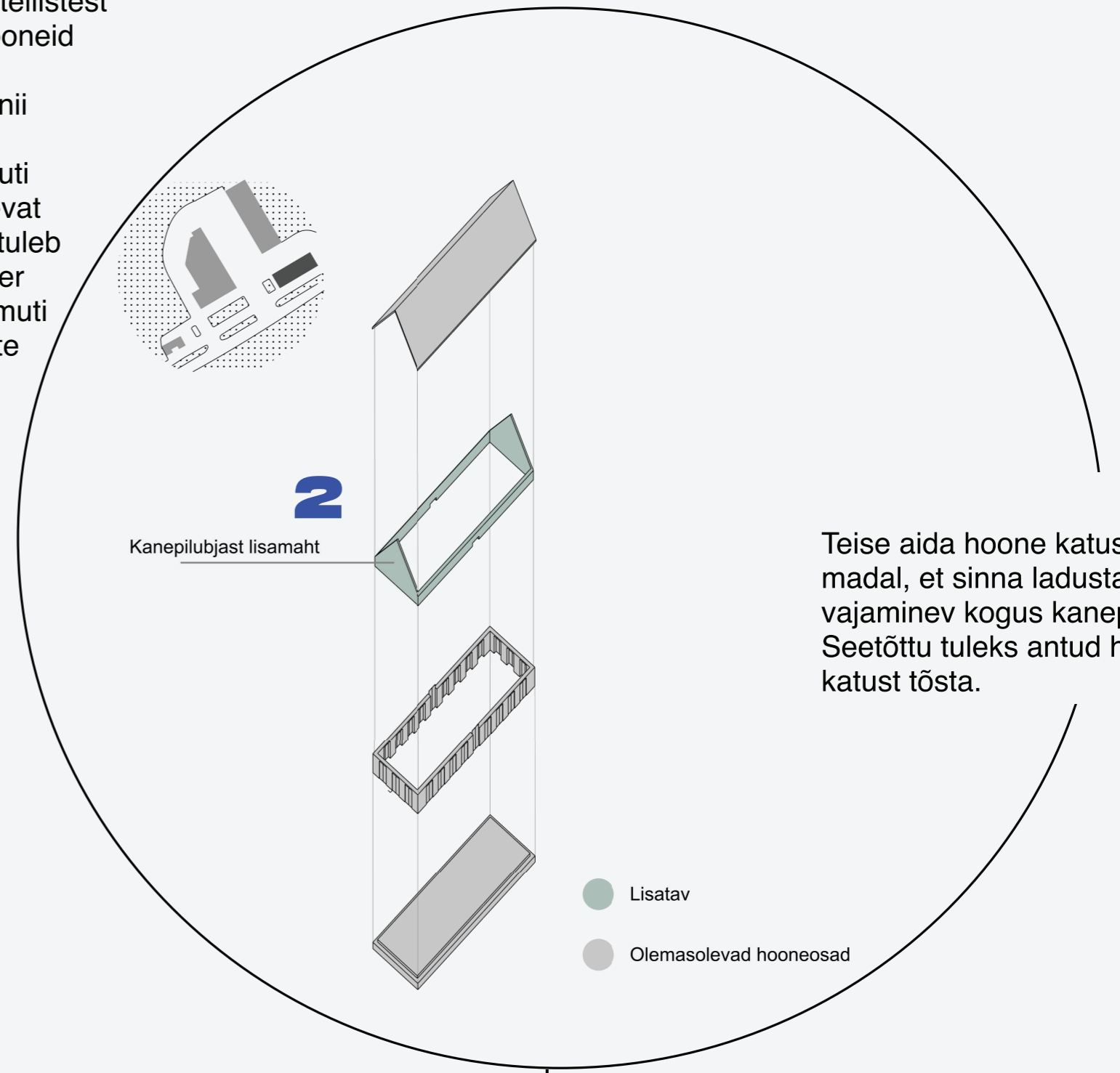
Kõige suurem maht tehasekompleksist on vajalik tööstuskanepi pallide ja tehase toodangu hoiustamiseks. Laopinda pakub heinapallidele, mis vajavad suuremat ala kui kompaktselt pakendatud tehase toodang, tehasehoone pikema osaga paralleelselt olev juurde ehitatud uus hoone. Valmis toodangut saab ladustada mõisakompleksi teises hoones.

10

Ehitusmetoodika

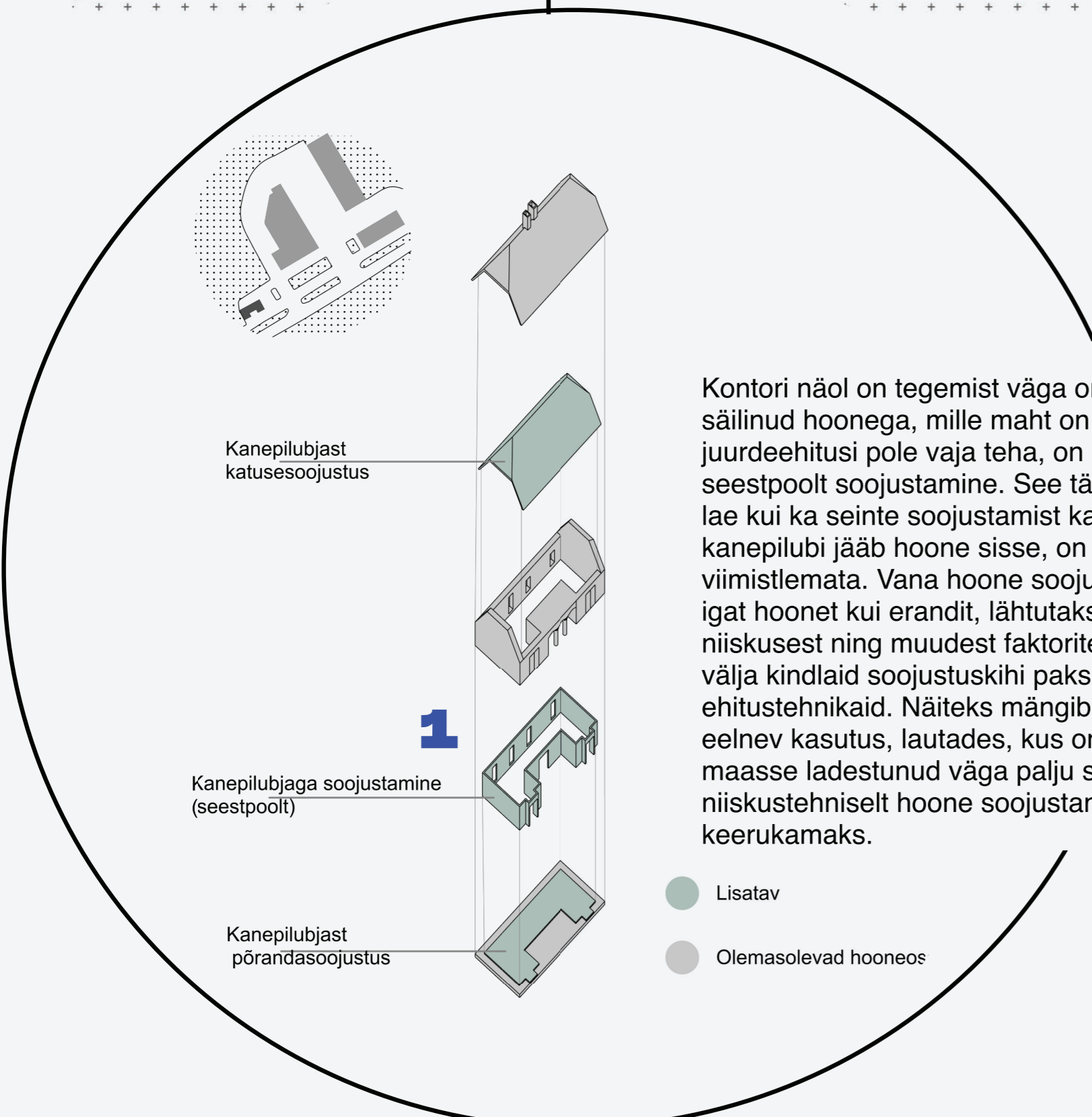
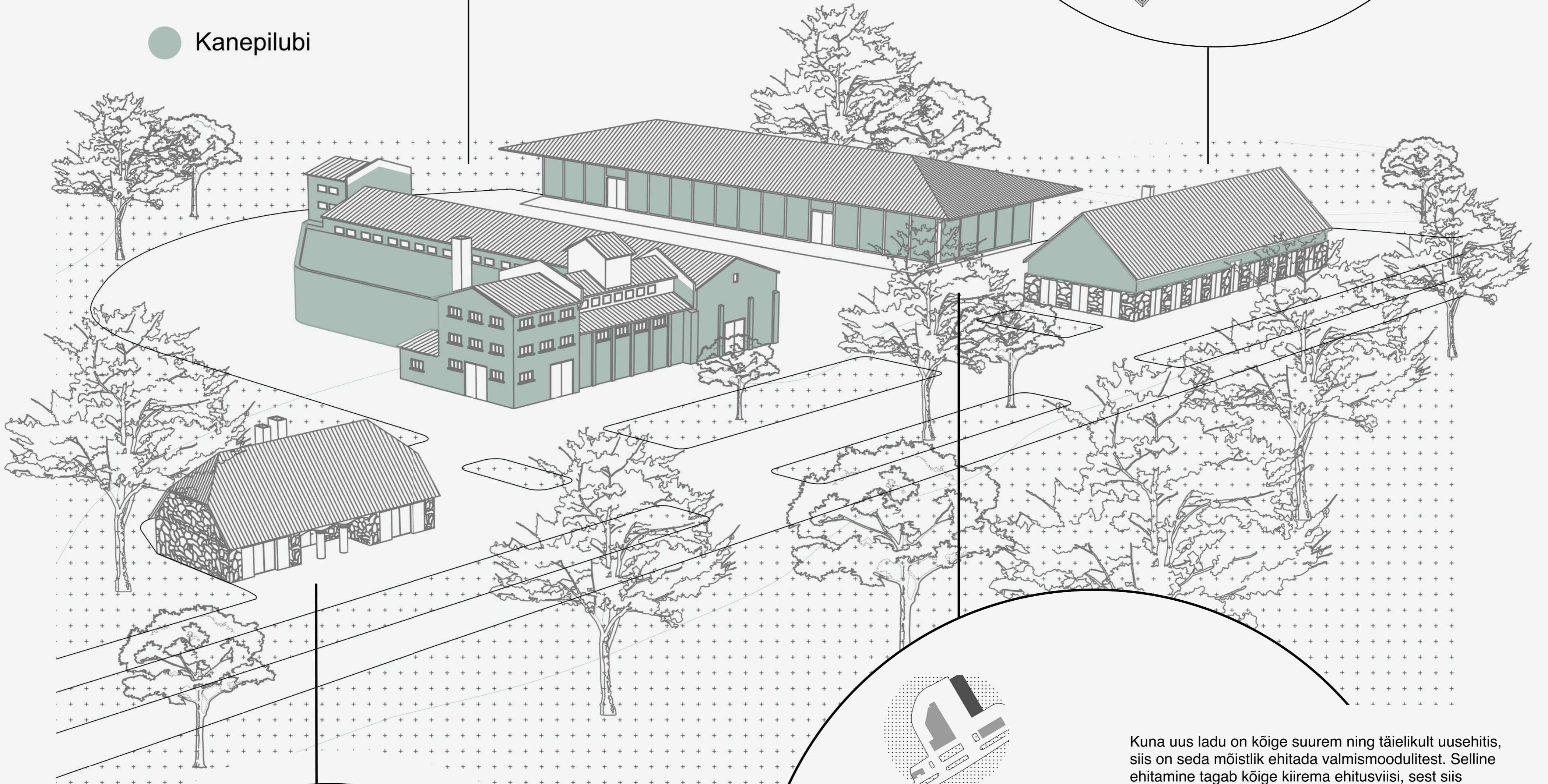


Tootmishoone koosneb uuest kanepilubjast tehtud lisamahust ning kolhoosile kuulunud silikaattellistest viljakuivatist (Joonis 50). Alati on mõistlik hooneid soojustada väljastpoolt, kui see on võimalik. Tootmishoone puhul ongi see mõistlik, sest nii tekiks kanepilubjast hoone välisfassaadile soojustuskiht, mille suurus arvutatakse samuti hoonespetsiifiliselt, võttes arvesse vajaminevat soojapidavust ning teisi näitajaid. Lisamaht tuleb puitsõrestikust konstruktsioonina, mille ümber valatakse monoliitne kanepilubjast sein. Samuti valatakse kanepilubi lisamahu katusesarikate vahele.

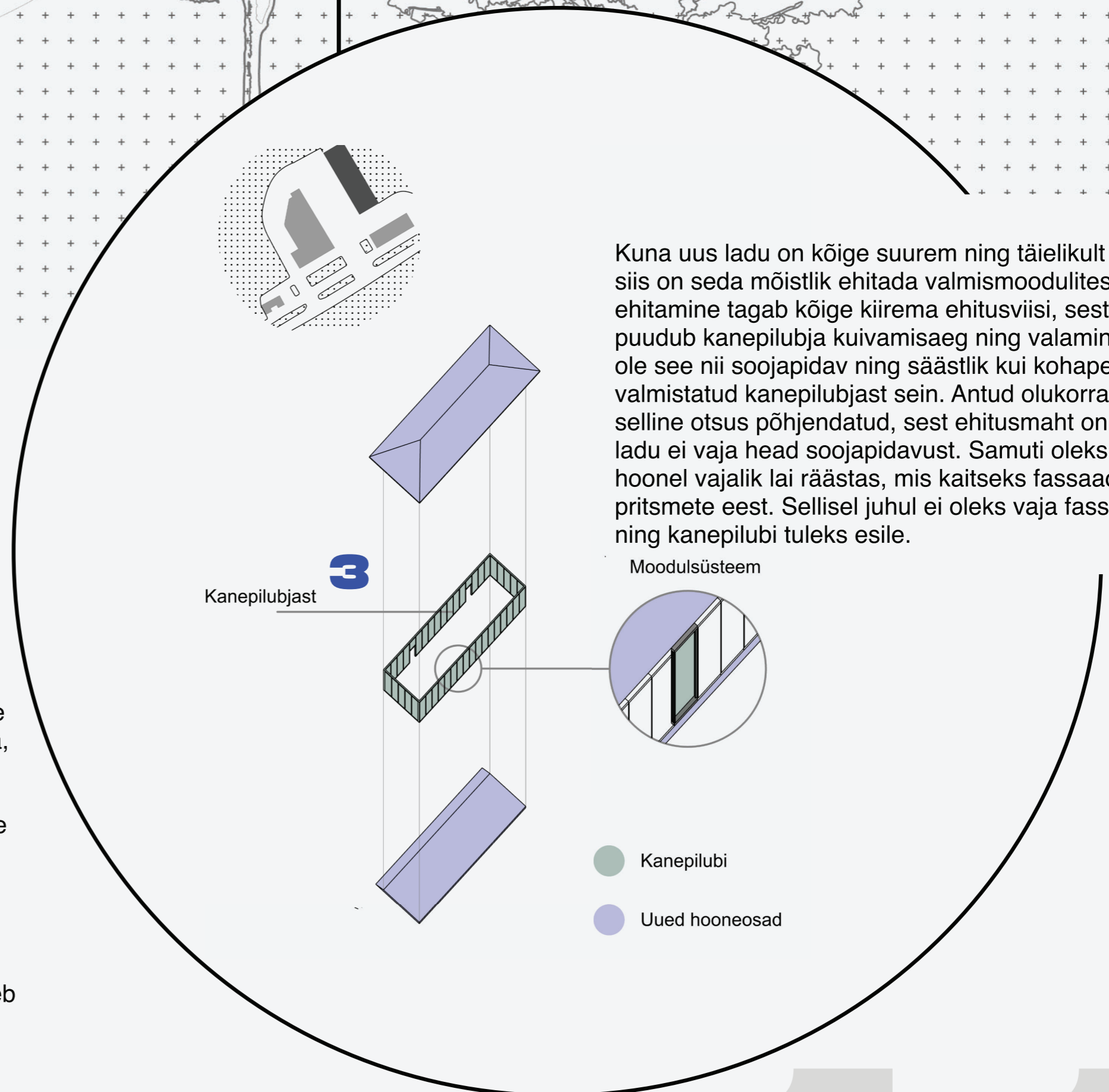


Teise aida hoone katus on liiga madal, et sinna ladustada vajaminev kogus kanepipalle. Seetõttu tuleks antud hoonel katust tõsta.

● Kanepilubi



Kontori näol on tegemist väga originaalilähedaselt säilinud hoonega, mille maht on piisav. Kuna juurdeehitusi pole vaja teha, on põhjendatud ka selle seestpoolt soojustamine. See tähendaks nii põranda, lae kui ka seinte soojustamist kanepilubjaga. Kuna kanepilubi jääb hoone sisse, on võimalik jätta see viimistlemata. Vana hoone soojustamisel vaadatakse igat hoonet kui erandit, lähtutakse seintes olevast niiskusest ning muudest faktoritest. Nii ei saa tuua välja kindlaid soojustuskihi paksuseid või ehitustehnikaid. Näiteks mängib suurt rolli hoone eelnev kasutus, lautades, kus on loomi peetud, on maasse ladestunud väga palju soolasid ning see teeb niiskustehniselt hoone soojustamise juba keerukamaks.



Kuna uus ladu on kõige suurem ning täielikult uusehitus, siis on seda mõistlik ehitada valmismoodulitest. Selline ehitamine tagab kõige kiirema ehitusviisi, sest siis puudub kanepilubja kuivamisae ja valamine. Küll ei ole see nii soojapidav ning säästlik kui kohapeal valmistatud kanepilubjast sein. Antud olukorras on selline otsus põhjendatud, sest ehitusmaht on suur ning ladu ei vaja head soojapidavust. Samuti oleks sellel hoonel vajalik lai räästas, mis kaitseks fassaadi pritsmete eest. Sellisel juhul ei oleks vaja fassaadi katta ning kanepilubi tuleks esile.