



KESKKONNAMINISTEERIUM



LIFE IP CleanEST tegevus C.8 Sirgala II mäeeraldise Viivikonna jaoskonna ala po- tentsiaalsete kujundatavate elupaikade ja veekogude uuring

Töövõtulepingu 2-1/3/2021 aruanne, Jaanus Paali OÜ

Tartu 2021

Töö nimetus: LIFE IP CleanEST tegevus C.8 Sirgala II mäeeraldise Viivikonna jaoskonna ala potentsiaalsete kujundatavate elupaikade ja veekogude uuring

Töö teostaja:
Jaanus Paali OÜ

Töö tellija:
Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ
Marja 4D, Tallinn, 10617

Aruanne on valminud LIFE IP CleanEST projekti raames, mida rahastavad Euroopa Komisjoni LIFE programm ja Eesti riik. LIFE programmi rahastusleping nr LIFE17 IPE/EE/000007. Aruanne kajastab autori seisukohti ja Euroopa Komisjon ei vastuta sisu kasutamise eest.

Sisukord

Summary	5
Kokkuvõte	8
Projekti LIFE IP CleanEST tegevuse C.8 taust.....	10
Metsaelupaikade mitmekesisus.	15
Uuringu metoodika.....	15
Kooslusetüüpide mitmekesisus.	17
Metsakoosluste liigilise koosseisu muutumine seoses puistu vanusega	31
Männikud	31
Kaasikud.....	36
Kaitsealused taimeliigid.	44
Metsa püsikaitsealad Sirgala ja Viivikonna piirkonnas.	46
Viivikonna LIFE IP CleanEST C.8 pilootala linnustik.....	47
Materjal ja metoodika.....	47
Tulemused.	48
Pilootala linnustikku potentsiaalselt ohustavad tegurid.	50
Müra.	51
Metsa- ja pinnasetööstest lähtuv häiring.....	51
Risustamine.	51
Veekogud.	52
Järeldused	59
Ettepanekud.....	62
Kasutatud kirjandus.....	64

Joonised

Joonis 1. LIFE IP CleanEST tegevuse C.8 Viivikonna pilootala asukoht, metsastamisega rekultiveeritud alad, metsade vanus ja kaitsealuste taimede kasvukohad 2020. a.	13
Joonis 2 Kaitseväge kavandatud raadamisala ja metsakoosluste analüüsi paigad (nr. 1-83) Viivikonna pilootalal.....	16
Joonis 3. Taimekoosluste klasteranalüüsi dendrogramm	18
Joonis 4. Taimekoosluste ja kooslusetüüpide (A) ning taimeliikide (B) ordinatsiooniskeem.	19
Joonis 5. LIFE IP CleanEST tegevuse C.8 Viivikonna pilootalale jäävate kaitsealuste taimeliikide kasvukohad (EELIS, 2021).	45
Joonis 6. Metsa püsikaitsealade paiknemine Sirgala harjutusväljaku ja selle laiendamise alal (Kutsar, Ruul, 2020).....	46
Joonis 7. Linnustiku transektloenduse rada (märgitud sinise joonega) ja juhuvaatluste rada (märgitud kollase joonega) projekti pilootalal.	48
Joonis 8. LIFE IP CleanEST tegevuse C.8 Viivikonna pilootalal asuvad veekogud 2021 ETAKi järgi.....	53

Joonis 9. Narva karjääris moodustunud veekogude veetasemed Maa-ameti 2018 aasta lennu järgse kõrgusmudeli põhjal.	54
Joonis 10. Viivikonnas piirkonna veekogud ja veetaseme absoluutsel kõrgusel 30.5 m lisanduvad veekogud (Maa-ameti kõrgusmudel).	58

Lisad

Lisa 1. Metsakoosluste analüüsi paigad ja analüüsid	
Lisa 2. Narva karjääri endise Viivikonna jaoskonna alal ja selle naabruses olevate veekogude fotod ja nende asukoht	
Lisa 3. „Karjääriviisil kaevandatud alade metsaelupaigad, nende väärtused ja edasine areng“. J.Paali ettekanne Kaevandusmuuseumis 13. novembril 2021. a. toimunud seminaril	

Summary

The study of habitats, waterbodies and their potential in the Sirgala II extracting permit area in Viivikonna division has been prepared in accordance with the cooperation agreement no. 2-1/3/2021 between the Estonian Environmental Research Centre (EKUK) and Jaanus Paali OÜ.

The aim of the recent study was gathering initial data for creating a possibly diverse landscape and an environment with high potential ecology on the pilot area. A representative sample of 83 forest stands was analysed quantitatively; waterbodies situated on the pilot area and the results of the hydrogeological modelling were involved. All in all, vegetation of 83 forest subcompartments was described. For data processing the cluster analysis, multiple response permutation procedure, indicator species analysis and ordination analysis were used.

The whole pilot area is a former opencast mining area where the mineral waste heaps have been recultivated with planted forests more than 50 year ago or where the area is covered with spontaneously/naturally grown forest. All forests were classified into seven community types, each having statistically reliable dominant and indicator species. Herewith a remarkably diverse forest landscape has developed on the pilot area, having besides economic rentability and environmental relevance essential social importance.

The pine stands planted on the mineral waste heaps need more than 70 years for achieving the species content inherent for old naturally growing forests, whereas analogous birch stands need about 60 years for that. At the planted birch stands a clear successional trend emerges from the young *Betula pendula*—*Pinus sylvestris*—*Calamagrostis epigeios*—*Carex digitata* and *Betula pendula*—*Calamagrostis epigeios*—*Calamagrostis arundinacea* type forests (age 45 ± 3 and 49 ± 12 years, respectively) towards older (age 72 ± 17 years) *Betula pendula*—*Oxalis acetosella*—*Anemone nemoralis* type stands rich in nemoral species.

On the pilot area numerous species of the 2nd and 3rd protection category are growing in several localities, moreover, on the area tens of permanent sample plots of forest development monitoring are also situated. By the planned forest cutting both the habitats of protected species as well as the vegetation of permanent plots will be demolished causing a substantial loss for nature protection and forest science.

In the bird fauna the species characteristic for young forest stands are prevailing. From the species of conservation importance Capercaillie, White-backed Woodpecker, Black Woodpecker, Red-breasted Flycatcher, Common Snipe, Eurasian Pygmy-owl, Woodlark and Mistle Thrush were recorded.

On the area considered altogether 79 waterbodies with total area of about 19 ha are situated. Their biota is still in state of forming and it will change according to the rise of water level after closing of mining. After that in trenches of the exhausted mined area the large narrow and deep artificial waterbodies not connected to the rivers will be formed; those new waterbodies have high and deep barely vegetated banks subjected to erosion and their water is stratified (layers are mixed by winds only a little). In winter period they can have a deficit of oxygen threatening the fauna. By finishing the mining, the slopes of final trenches should be designed gently slanting if possible. Waterbodies with variable deepness present better opportunity for different groups of organisms.

The new large artificial waterbodies which will be formed in Viivikonna are unfavourable habitats for aquatic biota. Moreover, the fish of the Mustajõgi River will not have the opportunity to move to these new waterbodies. As the perspective of oil shale mining in Estonia is not clear yet (due Climate agreements and regulations), the further development of the whole Narva quarry is uncertain and it is not known how long time the water level will be regulated by pumping. Pumping prevents fish passing through the Mustajõgi River. After the closure of all working mining areas at Narva quarry, it is possible to abandon water pumping and connect formed waterbodies to the Mustajõgi and Narva River watersheds using self-flowing outlets.

On the pilot area, including parts planned for clear cutting, in many places typologically diverse forests grow having the age of 60 years or more and already stabilized species content similar to the old growth forests. These stands represent well a long lasting and remarkably successful job of the Estonian foresters by recultivation of stony deserts of the mineral waste heaps, by rehabilitation of the ecological, economical and esthetic value of landscapes. Those experiences are unique on the world scale. Therefore, the ambitions to enlarge the existing Viivikonna training ground of Estonian Defence Forces toward these forests together with planned clear cutting of forests, should be considered as extremely adverse from both the scientific and nature protection aspect.

By the increment fellings of pine stands the groups of deciduous trees and shrubs growing there should be preserved. Around the permanent plots a buffer zone as wide as the height

of trees first sublayer should not be cut. Tree cuttings should be done in the winter period when the soil surface is frozen and covered by snow. In birds nesting period from March, 01 till July, 20 all fellings must be avoided. In capercaillies playgrounds the tree layer of 40 years or older old forests should be cutted up to density of 0.5-0.6. Additionally, in some places openings with a diameter of the tree layer height should be created. To decrease the impact of noise on birds, in their nesting period the shootings in Viivikonna training ground of Estonian Defence Forces should be minimized and concentrated on a as limited an area as possible. Forests of the Viivikonna pilot area need a cleaning from trash and building waste dropped there.

The roadbuilding should be restricted as much as possible with the already existing road alignments. The shooting areas could be situated in the northern part of the training ground, where the former central building of the Sirgala quarry could be taken into use, while the target area could be situated in the southern part of the enlarged Viivikonna training ground.

Kokkuvõte

Käesoleva LIFE C.8 tegevuse raames toimuva uuringu eesmärgiks oli lähteandmete kogumine Sirgala II mäeeraldise Viivikonna jaoskonna piiresse jääval pilootalal võimalikult mitmekesise maastiku ja kõrge ökoloogilise potentsiaaliga looduskeskkonna kujundamiseks. Selleks viidi representatiivse valimi põhjal läbi metsakoosluste taimkatte inventuur, samuti alale jäävate veekogude uuringud, kaasates kõrgusmodelite ja hüdrogeoloogiliste modelite tulemusi. Kokku kirjeldati kvantitatiivselt 83 metsaeraldise taimkatet. Andmetöötluseks kasutati klaster-, indikaatorliikide- ja ordinatsioonanalüüsi, eristatud kooslusetüüpide liigilise koosseisu erinevust hinnati mitmese vastuse permutatsioonitestiga.

Kõik pilootalale jäävad karjääri tagasitäite puistangud on metsastatud enam kui 50 aastat tagasi või nad on spontaanselt kattunud vanema kui 50-aastase metsaga. Kõik metsad klassifitseerusid seitsmeks metsakoosluste tüübiks, millest igapähele on omased erinevad dominant- ja indikaatorliigid. Seega on pilootalal on välja kujunenud märkimisväärselt mitmekesine metsamaastik, millel on lisaks majanduslikule tulususele ja keskkonnakaitselisele aspektile ka oluline sotsiaalne tähtsus. Mineraalsele puistangule istutatud männikutel kulub looduslikult kasvanud vanadele männikutele omase liigilise koosseisu saavutamiseks enam kui 70 aastat, kaasikutel vähemalt 60 aastat. Kaasikute puhul on nende vanuse suurenedes selgesti jälgitav suktessioonitrend noorematest kase—männi—jäneskastiku—sõrmtarna ja kase—jäneskastiku—metskastiku kooslustest rohkete nemoraalsete liikidega vanemate kase—jänesekapsa—võsaülase koosluste suunas.

Pilootalal kasvab mitmetes paikades rohkesti nii teise kui kolmanda kaitsekategooria taimeliike. Siia jääb ka mitukümmend metsanduslikku püsiprooviala. Metsa raadamisel kaitsealuste liikide kasvukohad hävivad/degradeeruvad, tõenäoliselt juhtub sama ka püsiproovialadega ning see on eesti metsateadusele suur kahju.

Pilootala linnustiku dominantliikideks on peamiselt noortele puistutele tüüpilised linnuliigid. Kaitsekorralduslikult olulistest linnuliikidest elutsevad pilootalal laanepüü, valgeselg-kirjurähn, musträhn, väike-kärbsenäpp, tikutaja, värbkakk, nõmmelõoke ja hoburästas.

Käsitletaval alal paikneb kokku 79 veekogu kogupindalaga ca 19 ha. Nende elustik on alles kujunemisjärgus, see muutub ka alal juba olemasolevate tiikides johtuvalt veetaseme tõusust kaevandamise lõppemisel. Kaevandamise lõppemisel tekivad lähiaastatel väljaveotranšeedesse uued suured kitsad ja sügavad tehisveekogud, mis pole looduslike vooluveekogudega ühendatud, mille järsud kaldad on sageli taimestumata ja allutatud erosioonile, tuulte mõjul neis toimuv

veekihtide segunemine on väike. Talvel võivad need veekogud jääda hapnikudefitsiiti ning see võib vee-elustikule, s.h. kalastikule olla ohuks. Kaevandamise lõpetamisel tuleks nn. lõputranšeede nõlvad võimaluse korral planeerida laugeiks. Liigendatud kaldajoonega ja muutuva sügavusega veekogud loovad võimaluse ala asustamiseks erinevatele elustikurühmadele.

Kaevandamise lõppemisel Viivikonnas tekkivad uued suured veekogud on elustikule ebasoodsad. Kaladel puudub võimalus Mustajõe uutesse tranšeeveekogudesse liikumiseks. Kuna pole selge, milline on põlevkivi kaevandamise perspektiiv Eestis tervikuna (kliimamuutuste ärahoidmise kokkulepped), on ebamäärane ka Narva karjääri edasine arendamine ning pole teada kauaks jäädakse veetaset pumpamise teel reguleerima. Pärast Narva karjääri kõigi töötavate osade sulgemist on võimalik pumpamisest loobuda ja ühendada Viivikonnas tekkivad suured tranšeeveekogud iseoolsete veejuhtmetega Mustajõe ja Narva jõe veestikuga.

Kuna Viivikonna pilootalale, s.h. plaanitavale raadamisalale on paljudes paikades kasvanud kas spontaanselt või siis istikutega metsastamise tulemusena vähemalt 60-aastane tüpoloogiliselt mitmekesine mets, mille taimkatte liigiline koosseis on stabiliseerumas ning mis kohati sarnaneb juba põlismetsade liigilisele koosseisule, on need puistud tähelepanuväärseks näiteks eesti metsameeste pikaaegsest pingelisest tööst kivikõrbeliste mineraalsete puistangute rekultiveerimisel taastamaks maastiku ökoloogilist, majanduslikku ja esteetilist väärtust. See kogemus on unikaalne kogu maailma ulatuses. Seetõttu tuleks laskevälja laiendamist pilootalale ja sealsete metsade raadamise kava käsitleda äärmiselt teadus- ja loodusvaenulikuna.

Männikute valgustusraiete puhul tuleks gruppidega säilitada seal kasvavaid lehtpuid ja põõsaid. Püsiproovalade ümber tuleks jätta raiumata vähemalt esimese rinde puude kõrguse laiune puhverala. Kõik raietööd peaks toimuma lindude pesitsusvälisel perioodil, välistades ajavahemiku 1. märtsist 20. juulini. Raietööd tuleks teostada talvisel ajal külmunud maapinnaga, soovitatavalt lumikattega ajal. Metsiste mängupaigaks sobivates paikades tuleks mets juba 40. aastaks viia raietega täiusele 0.5–0.6. Lisaks võiks kujundada häile, mille läbimõõt võrdub ligikaudu puurinde kõrgusega. Müra mõju leevendamiseks lindudele tuleks Kaitseväge laskeharjutusi nende pesitsusajal minimeerida ja kontsentreerida need võimalikult väikesele alale. Ala metsad vajavad puhastamist sinna veetud risust ja ehitusjätmetest.

Teede väljaehitamisel tuleks võimalikult piirduda praeguste teetrassidega. Kaitseväge Viivikonna harjutusvälja laienemise laskmiskohad võiksid asuda harjutusvälja põhjaosas, kus saaks osaliselt kasutusele võtta endise Sirgala karjääri keskusehoonestu ning sihtmärgiala võiks paikneda harjutusvälja lõunaosas.

Projekti LIFE IP CleanEST tegevuse C.8 taust.

Narva põlevkivikarjääri endise Viivikonna jaoskonna pilootala (Sirgala II mäeeraldis + endise Viivikonna jaoskonna karjääriala + aastatel 1940–1955 allmaakaevandatud ala, kokku 9.1 km²) paikneb Toila valla ja Narva–Jõesuu linna territooriumil. Pilootala on korrastatud metsa istutamisega, Narva põlevkivikarjääri endise Viivikonna jaoskonna lääneosas lõpetatakse kaevandamine lähiaastatel (2022).

Projekti LIFE C.8 tegevuse eesmärgiks on käsitleda kaevandatud alade erinevaid taastamisvõimalusi ning nende ökosüsteemiteenuste väärtustamist/suurendamist endistel kaevandusaladel. LIFE C.8 tegevused võimaldavad saada ülevaate sellest, kuidas kaevandamisega riikutud ala muutub/muudetakse ringmajanduse osana uuesti ühiskonnale oluliseks ning kasutatavaks. Lähtudes tänapäevastest teadmistest ja oskustest võimaldavad LIFE C.8. raames kavandatud tegevused tuua varasemad kaevandusalad kiiremini tagasi avalikku kasutusse, kujundada ning luua eeldused nende muutumiseks ökoloogiliselt kaevandamiseelsele samaväärseks või isegi mitmekülgsemaks.

Seni on kaevandatud alade rekultiveerimisel/korrastamisel rakendatud erinevaid maaparandusvõtteid, et nende abil kiiresti taastada kahjustatud taimkate; see aitab vältida erosiooni ning kiirendada mullatekke protsessi. Samas pole piisavalt silmas peetud maastiku kui terviku korrastamist ega hinnatud kaevandamisjärgselt kujuneva veekeskonna osa ökosüsteemide taastamisel. LIFE C.8 tegevuse eesmärgiks on koostöö kaevandajate, riigi, kohalike omavalitsuste ja kogukondade ning keskkonnakaitsjate vahel kaevandatud alade korrastamisel nende edasiseks majanduslikuks kasutamiseks edendada parimale võimalikule tasandile, samuti tagada neil aladel mitmekesiste elupaikade (sh veekogude ja märgalade) kujunemist. Selleks on valitud pilootaladel (Aidu karjäär, Narva karjääri 13. tranšee, Sirgala II mäeeraldise Viivikonna jaoskond) analüüsitud nüüdisaegsete ökoloogiliste korrastamisprojektide elluviimist lähtudes olemasolevast parimast praktikast, arvestades sealjuures korrastamise ja järelhooldusega kaasnevaid kulusid optimaalsetes piirides. Üldiseks eesmärgiks on kaevandatud alade võimalikult mitmekesise maastiku ja ökoloogilise võrgustiku kujundamine.

Kui väikeste karjääride ja kaevanduste korral, kus kaevandamisaeg on suhteliselt lühike, on võimalik ala hilisemat kasutust täpsemalt prognoosida ning korrastamisprojekt koostada ühes kaevandamisprojektiga, siis suurte põlevkivikarjääride ja kaevanduste puhul, kus kaevandamine kestab 30-50 aastat, on korrastamisprojekti tegemine aastakümneteks etteulatuvalt

raske. Seetõttu on karjääriviisil kaevandatud alad korrastatud kaevandamise käigus või selle lõppedes valdavalt metsamaaks. Kaevandamisloa tingimuste kohaselt seni metsamaaks korrastatud alad pakuvad palju võimalusi seal mitmekesiste elupaikade tekke soodustamiseks ja kujundamiseks. Juba korrastamisprojekti faasis on oluline ka teadmine, kes hakkab kaevandatud alasid tulevikus kasutama ja mis on tema eesmärgid. LIFE C.8 raames kavandatud tegevuste elluviimine on täiendavaks võimaluseks keskkonnanõu tingimuste kohaselt korrastatud alade integreerimisel looduskeskkonda, kasutades selleks tänapäevaseid teadmisi ja oskusi. Selleks on valitud pilootaladel läbi viidud kompleksed uuringud, mis hõlmavad elupaikade inventuuri, alade kõrgusmudeleid, hüdroloogilisi ja hüdrogeoloogilisi mudeleid, veekogude ja märgalade võrgustiku planeerimist, karjääriveekogude ja märgalade uuringuid. Nende alusel saab pilootalade jaoks esitada konkreetseid lahendused võimalikult suure ökoloogilise potentsiaaliga maastike, mitmekesiste elupaikade ja kaevandamisjärgselt kujunenud tehisveekogude võimalikult hea ökoloogilise potentsiaaliga ühendatud võrgustiku kujundamiseks.

Käesoleva LIFE C.8 tegevuse raames toimuva uuringu eesmärgiks on saada lähteandmeid Sirgala II mäeeraldise Viivikonna jaoskonna piiresse jääval pilootalal võimalikult mitmekesise maastiku ja kõrge ökoloogilise potentsiaaliga looduskeskkonna kujundamiseks, kasutades selleks tänapäevaseid teadmisi ja oskusi ning rakendades võimalusi mida vaadeldav kaevandatud ala pakub. Uuring on oluline avakaevandamisel hävinenud ökosüsteemide sihipäraseks taastamiseks, karjäärimaastike korrastustööde käigus kujunevate ja/või juba kujunenud maismaaning märgala elupaikade looduslähedasemaks muutmiseks ja erinevatele liikidele sobiva looduskeskkonna tagamiseks.

Ökoloogiliste korrastamisprojektide elluviimisel on oluline lähtuda olemasolevast parimast praktikast, arvestades sealjuures korrastamise ja järelhooldusega kaasnevaid kulusid optimaalsetes piirides. Selleks on vaja läbi viia kompleksed uuringud, mis hõlmavad elupaikade inventuuri, karjääriveekogude ja märgalade uuringuid, kaasates kõrgusmudelite ja hüdrogeoloogiliste mudelite tulemusi, mis võimaldavad veekogude ja märgalade võrgustiku eesmärgipärast planeerimist ning pilootlahenduste koostamist.

Kaitseväärt Sirgala senise harjutusväljaku mitmekordsel suurendamisel on oluline teada, milliseid loodusväärtusi ja elupaiku see hõlmaks. Konkretiseerunud Sirgala harjutusväljaku laienemiskava (koostatud on KMH vastav programm ja alustatud on ehitusprojekti koostamisega) osas toimunud arutelude ja 2020. a. novembris toimunud Viivikonna ala kohapealse ülevaatamise tulemuste põhjal otsustati vähendada LIFE IP CleanEST Viivikonna pilootala suurust piirdudes algse pilootala kirdeosaga (joon. 1).

Narva põlevkivikarjääri Sirgala II mäeeraldisel endise Viivikonna jaoskonna alal lõpetatakse kaevandamine lähema paari aasta jooksul ja praegune karjäärivee pumpla kohandatakse ümber hoidmaks veetasel Sirgala II mäeeraldisel Viivikonna jaoskonnas Kurtna looduskaitseala järvede jaoks maksimaalselt kõrgel (absoluutkõrgusel ca 30 m) ja lõunapool Narva karjääris kaevandamist jätkavatele kaevuritele ohutul tasemel¹.

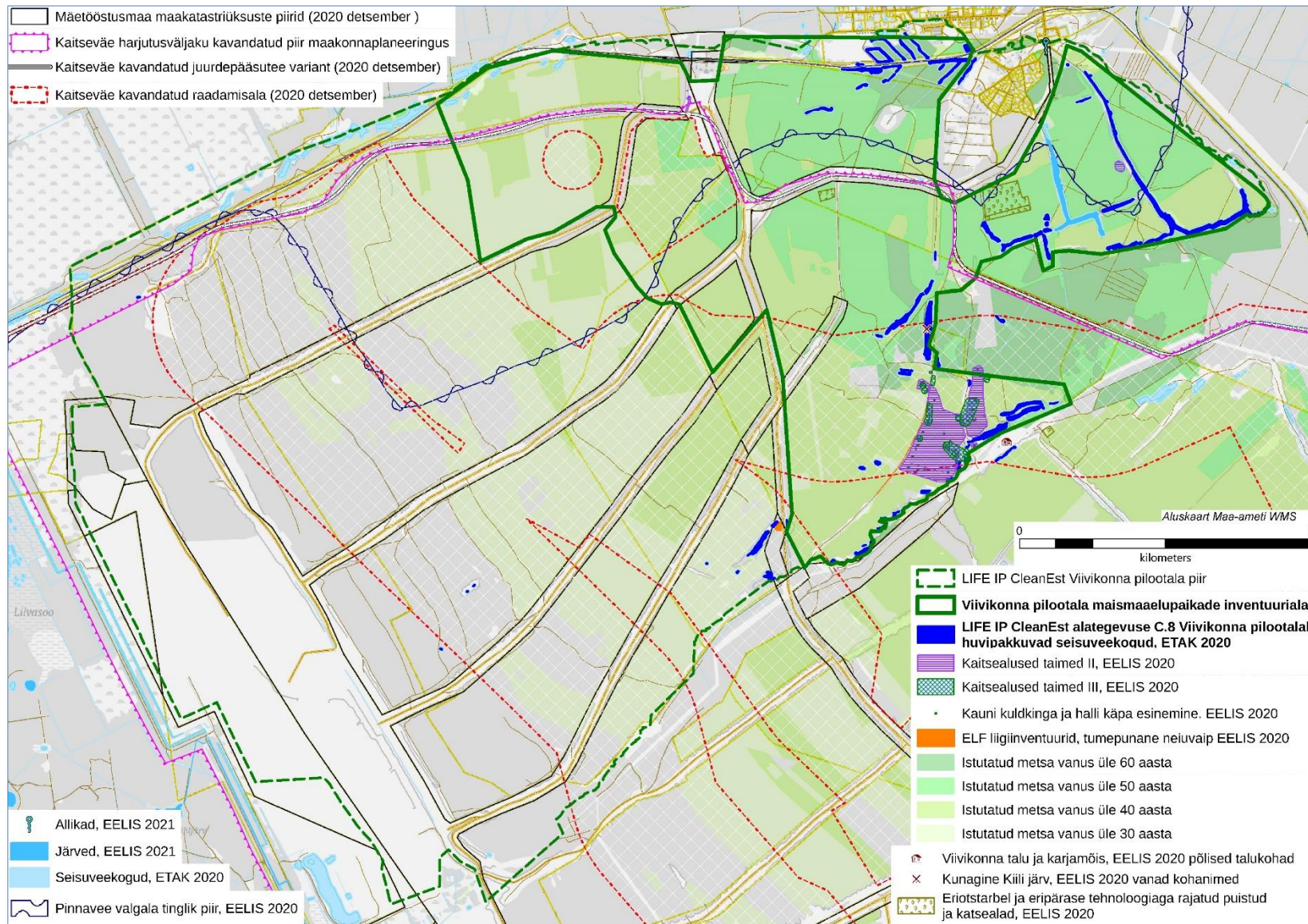
Kaevandamise lõpetamisel hakkavad karjääri väljaveotranšeed veega täituma, puistanguplatoodel lisandub märgalasi ja tõenäoliselt tõuseb veetase juba olemasolevates veekogudes. Veetaseme tõus on esialgu piiratud, sest lõunapool jätkub Narva karjääris põlevkivi kaevandamine ja üle ujutatava ala põhja- ning pinnaveetase võib jääda sõltuvaks jätkuvast Narva karjääri kaevandustegevusest.

Kuna Narva põlevkivikarjääri Sirgala II mäeeraldis endise Viivikonna jaoskonna ala külgneb Alutaguse rahvusparki Kurtna maastikukaitse- ja Natura loodusala (Kurtna järved), on siin vajalik kaevandamisjärgse veetaseme hoidmine maksimaalselt kõrge. See oleks täiendavaks meetmeks, et leevendada põlevkivi kaevandamisaegset põhjaveeveetaseme alanemise mõju Kurtna järvedele². Pumpamise lõppedes lisanduvad veetasemete tõusu tagajärjel praegustele veekogudele täiendavad vee- ja märgalad.

Uuringu käigus inventeeriti projektalal olemasolevaid elupaikasid ja hinnati siin kaevandamise lõpetamise järel kujunevaid potentsiaalseid uusi elupaiku ning võimalusi tekkivate märgalade ja veekogude kujundamiseks.

¹ Narva karjääri mäetöödega rikutud maa korrastamise projekt, OÜ Inseneribüroo STEIGER, Tallinn 2020

² Senised kaevandamisloa tingimuste järgi rakendatud Kurtna kaitsemeetmed on filtratsioonitõkke rajamine kaevandustööde käigus ning infiltratsioonibasseinide töös hoidmine.



Joonis 1. LIFE IP CleanEST tegevuse C.8 Viivikonna pilootala asukoht, metsastamisega rekultiveeritud alad, metsade vanus ja kaitsealuste taimede kasvukohad 2020. a.

Uuringute põhjal koostatakse soovitusel ja ettepanekud olemasolevate ja lisanduvate elupaikade looduslähedasemaks ja ökoloogiliselt mitmekesisemaks muutmiseks, nende looduslähedaseks kujunemise soodustamiseks, väljaveotranšeedes kaevandamise lõpetamise järel moodustuvate veekogude liigirikasteks veekogudeks kujundamiseks ja sidusalade kujundamiseks.

Esitatakse soovitusel ala edasiseks majandamiseks ja võimalikeks jätkutöödeks, et soodustada looduslähedasemate ökosüsteemide ja ökoloogiliste sidusalade kujunemist.

Projekti tööülesanded

1. LIFE IP CleanEST tegevuse C.8 Viivikonna pilootala (9.1 km², joon. 1) maismaaelupaikade inventuur, mille käigus kirjeldatakse iga elupaiga tüüpi, selle seisundit ja perspektiivi.
2. Viivikonna pilootala linnustiku uuring, üldistada saadud tulemusi kasutades analoogsete alade uuringutulemusi arvestades Viivikonna projektiala võimalikku perspektiivi Kaitsevää Sirgala harjutusväljaku koosseisus.
3. Lisaks LIFE IP CleanEST projekti tegevuse C.8. aruandes „Ülevaade Aidu karjääri ja Narva karjääri tranšee 13 ning piirkonna vanemate karjääriveekogude uuringutest“ all käsitletud kahe Mustanina tiigi ja nn „Vesiloo järve“ veekogu ja kalastiku uuringule kirjeldada ja teostada vajadusel täiendavad elupaikade uuringud alal olemasolevatel väiksemates veekogudes eesmärgiga täpsustada kaevandamise lõppemisel Viivikonna alal kujunevate veekogude hea ökoloogilise potentsiaali saavutamiseks vajalikke tegevusi.
4. Esitada ettepanekud Viivikonna pilootalale jäävate elupaikade (metsade, märgalade, veekogude) looduslähedasemaks ning ökoloogiliselt mitmekesisemaks muutmise osas arvestades Viivikonna pilootala võimalikku perspektiivi Kaitsevää Sirgala harjutusväljaku koosseisus.

Metsaelupaikade mitmekesisus.

Uuringu metoodika.

Metsaelupaikadest statistiliselt usaldatava valimi saamiseks lähtuti metsade takseerandmete baasist: selle põhjal koostati valim, milles on esindatud nii erinevate puuliikidega kultiveeritud alad/puistud, kui ka nende erinevad vanuseklassid. Kokku tehti analüüsi 83 metsaeluraldises (joon. 2). Metsakoosluste analüüsi kohtade asukoht koosluste kirjeldused on esitatud aruande LISAS 1.

Puurinde liikide ohtruse hindamisel kontrolliti looduses üle takseerandmetes esitatud liikide protsentuaalse ohtruse hinnangud ja need teisendati 10-pallilisele skaalale ($100\% = 10$, $10\% = 1$, $1\% = 0.1$, jne.). Puurinde järelkasvu ning puhma-rohurinde liikide ohtrust hinnati Braun-Blanquet' 6-pallise skaala alusel.

Kirjeldatud taimekoosluste tüpoloogilise mitmekesisuse selgitamiseks kasutati klasteranalüüsi, milles sarnasusmõõduna rakendati Jaccard'i sarnasuskoefitsienti ja rühmitamise algoritmina β -paindlikku meetodit (*β -flexible method*). Klastrid (kooslusetüübid) tuvastati dendrogrammi alusel, testides seejuures mitmel erineval jääkinformatsiooni tasemel eristatud kooslusetüüpide liigilise koosseisu erinevust nii mitmese vastuse permutatsioonitestiga (*multiple response permutation procedure* – MRPP test), kui ka indikaatorliikide kvantitatiivse määramisega (*indicator species analysis*). Koosluste lõpliku klassifikatsioonistruktuurina aktsepteeriti tüüpe, mille liigiline koosseis on oluliselt erinev ($p < 0.001$) ja millele on enamikul juhtudel omased ka olulised ($p < 0.05$) indikaatorliigid.

Koosluste liigirikkuse hindamiseks loeti kokku nendes kasvavate liikide arv, arvutati koosluste ühtluskoefitsient (*evenness coefficient*) ja Shannon-Wieneri liigilise mitmekesisuse koefitsient (McCune & Mefford, 2011).

Koosluste ja liikide ordinatsiooniks kasutati trendivaba vastavusanalüüsi (*detrended correspondence analysis*). Klaster- ja ordinatsioonanalüüs, samuti koosluste liigilist mitmekesisust iseloomustavate koefitsientide-indeksite arvutamine tehti programmpaketi PC-Ord vers. 6.1. abil; McCune & Mefford, 2011).

Kooslusetüüpide tsentroidid arvutati programmpaketi Statistica vers. 7.1 (StatSoft Inc., 2005) abil.

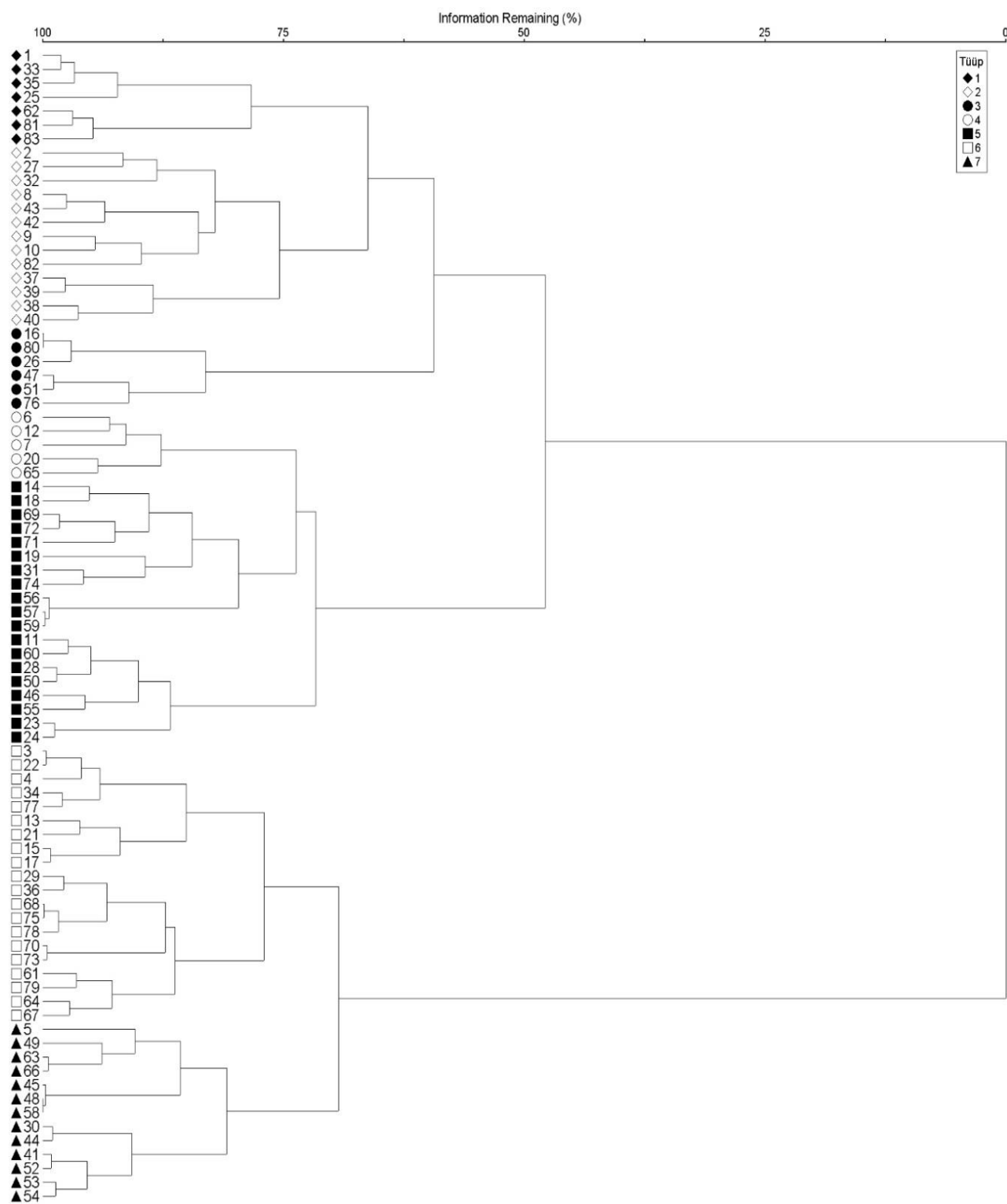
Joonis 2 Kaitseväge kavandatud raadamisala ja metsakoosluste analüüsi paigad (nr. 1-83) Viivikonna pilootalal.

Kooslusetüüpide mitmekesisus.

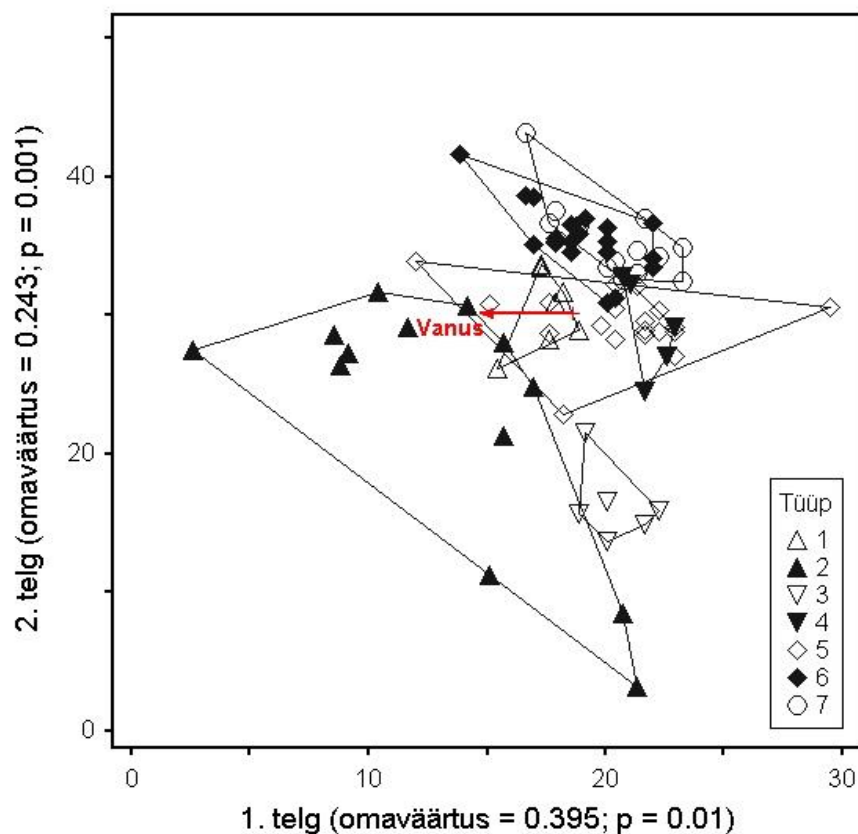
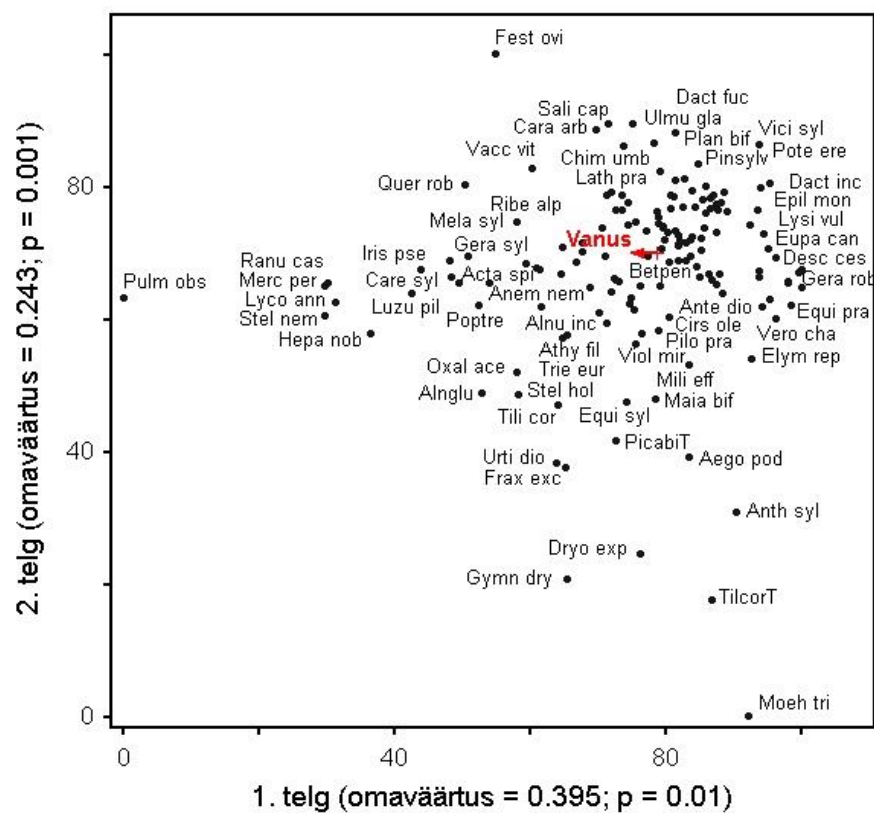
Metsakoosluste mitmekesisuse objektiivseks hindamiseks rakendatud klasteranalüüsi põhjal on uurimisalal esindatud seitse kooslusetüüpi (joon. 3 ja 4, tabel 1), mille liigiline koosseis on statistiliselt oluliselt erinev (tabel 2). Seega on pilootalal välja kujunenud märkimisväärselt mitmekesine metsamaastik, millel on lisaks majanduslikule tulususele (puidu kasvatamisele) ja keskkonnakaitselisele aspektile (CO₂ ja tolmu sidumine, elupaikade ja liigilise mitmekesisuse taastamine) ka oluline sotsiaalne tähtsus (maastiku esteetilisuse suurendamine, rekreatsioonivõimaluste loomine).

Esimesse kooslusetüüpi kuuluvad keskmiselt 58-aastased lehise–männi (*Larix decidua* – *Betula pendula*) segametsad. Taimeliikide koguarv (30 ± 3) on neis kooslustes ülejäänud kooslustega võrreldes kõige suurem (tabel 1). Puurinde järelkasvus on kõige ohtramalt kuuski (*Picea abies*) ja arukaski (*Betula pendula*), põõsarindes pihlakat (*Sorbus aucuparia*), toomingat (*Padus avium*) ja harilikku kusalpuud (*Lonicera xylosteum*). Puhma-rohurindes domineerivad metskastik (*Calamagrostis arundinacea*), soo-koeratubakas (*Crepis paludosa*), maikelluke (*Convallaria majalis*), jänesekapsas (*Oxalis acetosella*), niisketes lohkude angervaks (*Filipendula ulmaria*). Puurindes on indikaatorliigiks euroopa lehis (tabel 3); alustaimestu indikaatorliikide seas valdavad niiskete elupaikade liigid – lisaks angervaksale harilik tarn (*Carex nigra*), keratarn (*C. globularis*), soopihl (*Potentilla palustris*), pilliroog (*Phragmites australis*), mis viitab sellele, et mikroreljeefi lohkudes siin on kivimite porsumise tagajärjel kujunemas või juba kujunenud suhteliselt hästi pinnavett kinnipidav mullakiht. Seda kooslusetüüpi võib nimetada lehise–männi–metskastiku–angervaksa (*Larix decidua*–*Pinus sylvestris*–*Calamagrostis arundinacea*–*Filipendula ulmaria*) tüübiks.

Teise kooslusetüübi moodustavad kaasikud; veidi on puurindes ka kuuski. Nende koosluste puurinde vanus on kõige suurem (72 ± 17). Järelkasvus on kõige enam kuuske ja halli leppa (*Alnus incana*), põõsarindes toomingat, paakspuud (*Frangula alnus*) ja pihlakat (tabel 1). Alustaimestus on kõige ohtramalt jänesekapsast, võsaülast (*Anemone nemoralis*), maikellukest, jännesalatit (*Mycelis muralis*) ja mustikat (*Vaccinium myrtillus*).



Joonis 3. Taimekoosluste klasteranalüüsi dendrogramm

A**B**

Joonis 4. Taimekoosluste ja kooslusetüüpide (A) ning taimeliikide (B) ordinatsiooniskeem.

Tabel 1. Koosluetüüpide liigiline koosseis ja liikide ohtrus. Puurinde liikide osatähtsus on hinnatud 10-pallise skaala alusel, teiste rinnete liikide ohtrus Braun-Blanquet' 6-pallise skaala põhjal $\pm$ standardhälve (SH). E – ühtluskoeffitsient, H – Shannon–Wieneri liigilise mitmekesisuse koeffitsient.

Taimeliigid	Koosluetüübid						
	1	2	3	4	5	6	7
Koosluste arv	7	13	6	5	19	20	13
Liikide arv	30 $\pm$ 3	24 $\pm$ 6	18 $\pm$ 6	27 $\pm$ 4	21 $\pm$ 5	23 $\pm$ 6	20 $\pm$ 4
E	0.84 $\pm$ 0.04	0.81 $\pm$ 0.04	0.63 $\pm$ 0.04	0.83 $\pm$ 0.04	0.88 $\pm$ 0.04	0.79 $\pm$ 0.06	0.78 $\pm$ 0.07
H	3.08 $\pm$ 0.11	2.77 $\pm$ 0.21	1.89 $\pm$ 0.23	2.83 $\pm$ 0.23	2.59 $\pm$ 0.20	2.56 $\pm$ 0.28	2.42 $\pm$ 0.32
Puurinne							
Keskmine vanus $\pm$ SH	58 $\pm$ 3	72 $\pm$ 17	49 $\pm$ 4	45 $\pm$ 3	49 $\pm$ 12	54 $\pm$ 6	49 $\pm$ 7
<i>Alnus glutinosa</i>	0.1	0.2	-	-	-	-	-
<i>Betula pendula</i>	1.0	5.5	0.5	4.2	8.1	0.6	<0.1
<i>Fraxinus excelsior</i>	-	-	-	-	<0.1	-	-
<i>Larix decidua</i>	4.8	-	-	-	<0.1	<0.1	-
<i>Picea abies</i>	0.2	1.4	8.7	0.2	<0.2	<0.1	<0.1
<i>Pinus sylvestris</i>	3.6	0.3	0.8	3.9	1.1	9.3	9.9
<i>Populus balsamifera</i>	-	0.4	-	0.2	<0.2	-	-
<i>Populus tremula</i>	0.1	0.8	-	0.2	<0.2	<0.1	-
<i>Salix caprea</i>	<0.1	<0.1	-	1.1	<0.2	-	-
<i>Tilia cordata</i>	-	1.5	-	0.2	<0.1	<0.1	-
Puurinde järelkasv ja põõsarinne							
<i>Acer platanoides</i>	<0.1	0.2	-	<0.1	0.1	<0.1	<0.1
<i>Alnus incana</i>	-	0.5	-	0.2	<0.1	0.2	-
<i>Betula pendula</i>	1.4	0.2	0.2	1.0	1.3	2.0	2.4
<i>Caragana arborescens</i>	0.4	-	-	-	<0.1	0.2	0.4
<i>Corylus avellana</i>	<0.1	<0.1	<0.1	-	<0.1	0.1	<0.1
<i>Daphne mezereum</i>	<0.1	0.3	<0.1	-	<0.1	<0.1	<0.1
<i>Fragula alnus</i>	0.5	1.0	0.2	0.8	1.4	1.7	0.7
<i>Fraxinus excelsior</i>	-	0.5	-	<0.1	-	-	-
<i>Grossularia reclinata</i>	<0.1	-	-	-	-	<0.1	-
<i>Juniperus communis</i>	0.1	<0.1	<0.1	-	<0.1	<0.1	-
<i>Larix decidua</i>	<0.1	-	-	<0.1	-	-	-
<i>Lonicera xylosteum</i>	0.6	0.5	<0.1	-	0.4	0.3	<0.1
<i>Malus domestica</i>	-	-	-	<0.1	-	-	-
<i>Padus avium</i>	0.9	1.2	<0.1	<0.1	0.6	0.3	0.2
<i>Picea abies</i>	1.6	0.9	0.2	1.8	1.1	0.8	1.5
<i>Pinus sylvestris</i>	<0.1	-	<0.1	<0.1	0.2	<0.1	-
<i>Populus tremula</i>	0.2	0.3	<0.1	<0.1	0.4	0.4	0.6
<i>Quercus robur</i>	<0.1	-	-	-	<0.1	-	<0.1
<i>Rhamnus catharticus</i>	0.1	0.2	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	0.2
<i>Ribes alpinum</i>	-	0.2	<0.1	-	<0.1	<0.1	<0.1
<i>Ribes rubrum</i>	-	-	-	-	<0.1	<0.1	-
<i>Rosa</i> sp.	-	-	-	<0.1	<0.1	<0.1	-
<i>Salix caprea</i>	<0.1	-	-	-	<0.1	<0.1	0.2
<i>Salix cinerea</i>	-	-	-	-	0.1	-	-
<i>Salix myrsinifolia</i>	0.3	-	-	0.5	0.3	0.4	0.8
<i>Salix myrtilloides</i>	-	-	-	0.4	0.1	0.1	<0.1
<i>Salix phylicifolia</i>	0.3	-	<0.1	0.4	0.5	0.6	0.8
<i>Sorbus aucuparia</i>	2.2	0.9	0.4	0.8	1.3	2.1	1.1

Taimeliigid	Kooslusetüübid						
	1	2	3	4	5	6	7
Koosluste arv	7	13	6	5	19	20	13
Liikide arv	30±3	24±6	18±6	27±4	21±5	23±6	20±4
E	0.84±0.04	0.81±0.04	0.63±0.04	0.83±0.04	0.88±0.04	0.79±0.06	0.78±0.07
H	3.08±0.11	2.77±0.21	1.89±0.23	2.83±0.23	2.59±0.20	2.56±0.28	2.42±0.32
<i>Tilia cordata</i>	-	<0.1	-	-	-	-	-
<i>Ulmus glabra</i>	-	-	-	-	-	<0.1	-
<i>Viburnum opulus</i>	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	-	<0.1	<0.1
Puhma-rohurinne							
<i>Actaea spicata</i>	<0.1	0.2	<0.1	-	<0.1	<0.1	<0.1
<i>Aegopodium podagraria</i>	0.3	0.3	-	0.4	-	-	-
<i>Agrostis capillaris</i>	0.2	<0.1	-	0.2	<0.1	<0.1	<0.1
<i>Anemone nemorosa</i>	1.4	1.7	-	0.8	-	0.2	0.2
<i>Angelica sylvestris</i>	<0.1	0.3	<0.1	0.2	<0.1	0.2	0.1
<i>Antennaria dioica</i>	-	-	<0.1	-	-	<0.1	-
<i>Anthriscus sylvestris</i>	-	0.3	<0.1	0.4	<0.1	<0.1	-
<i>Artemisia vulgaris</i>	-	-	-	-	<0.1	-	-
<i>Athyrium filix-femina</i>	0.6	0.3	<0.1	-	-	<0.1	-
<i>Calamagrostis arundinacea</i>	2.4	0.9	0.9	2.2	1.7	0.4	2.3
<i>Calamagrostis canescens</i>	<0.1	0.2	-	-	0.2	<0.1	-
<i>Calamagrostis epigeios</i>	1.3	-	-	2.4	1.8	2.7	0.7
<i>Carex digitata</i>	1.0	0.8	0.5	1.6	0.5	0.4	0.9
<i>Carex globularis</i>	<0.1	-	-	-	-	-	-
<i>Carex hirta</i>	<0.1	-	-	-	<0.1	<0.1	-
<i>Carex nigra</i>	1.1	-	-	-	-	-	-
<i>Carex sylvatica</i>	-	<0.1	-	<0.1	-	-	-
<i>Carex vaginata</i>	<0.1	-	-	-	<0.1	<0.1	-
<i>Chelidonium majus</i>	-	<0.1	-	-	-	-	<0.1
<i>Chimaphila umbellata</i>	0.1	-	-	-	-	<0.1	0.2
<i>Cirsium arvense</i>	<0.1	-	-	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
<i>Cirsium oleraceum</i>	0.9	0.5	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	0.2
<i>Clinopodium vulgare</i>	-	-	-	-	-	-	<0.1
<i>Convallaria majalis</i>	2.0	1.4	0.4	-	1.2	1.8	0.9
<i>Crepis paludosa</i>	2.3	0.1	-	<0.1	<0.1	-	-
<i>Cypripedium calceolus</i>	0.2	0.1	<0.1	1.2	0.1	<0.17	<0.1
<i>Dactylis glomerata</i>	<0.1	<0.1	<0.1	-	<0.1	0.1	<0.1
<i>Dactylorhiza fuchsii</i>	-	-	-	-	-	<0.1	-
<i>Dactylorhiza incarnata</i>	-	-	-	-	-	<0.1	-
<i>Deschampsia cespitosa</i>	0.7	0.2	0.4	<0.1	0.9	0.6	0.4
<i>Dryopteris carthusiana</i>	1.3	0.3	<0.1	-	<0.1	<0.1	<0.1
<i>Dryopteris expansa</i>	-	0.8	-	-	0.3	-	-
<i>Dryopteris filix-mas</i>	0.1	<0.1	<0.1	-	<0.1	<0.1	-
<i>Elymus repens</i>	-	<0.1	-	<0.1	<0.1	<0.1	-
<i>Epilobium angustifolium</i>	0.2	<0.1	<0.1	0.3	0.3	0.5	0.5
<i>Epilobium montanum</i>	-	-	-	<0.1	<0.1	-	-
<i>Epipactis atrorubens</i>	<0.1	-	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
<i>Epipactis helleborine</i>	<0.1	<0.1	<0.1	-	<0.1	<0.1	-
<i>Equisetum hyemale</i>	-	-	-	-	<0.1	-	-
<i>Equisetum pratense</i>	<0.1	<0.1	-	0.2	0.1	<0.1	<0.1
<i>Equisetum sylvatica</i>	-	0.2	-	0.2	<0.1	-	-
<i>Eupatorium cannabinum</i>	<0.1	-	-	-	0.2	<0.1	-
<i>Festuca ovina</i>	-	-	-	-	-	0.1	-

Taimeliigid	Kooslusetüübid						
	1	2	3	4	5	6	7
Koosluste arv	7	13	6	5	19	20	13
Liikide arv	30±3	24±6	18±6	27±4	21±5	23±6	20±4
E	0.84±0.04	0.81±0.04	0.63±0.04	0.83±0.04	0.88±0.04	0.79±0.06	0.78±0.07
H	3.08±0.11	2.77±0.21	1.89±0.23	2.83±0.23	2.59±0.20	2.56±0.28	2.42±0.32
<i>Filipendula ulmaria</i>	1.7	0.3	-	<0.1	0.2	<0.1	<0.1
<i>Fragaria vesca</i>	1.0	0.9	0.7	1.0	1.7	1.3	1.4
<i>Galium album</i>	0.6	<0.1	<0.1	0.8	<0.1	<0.1	0.2
<i>Galium boreale</i>	0.1	-	-	0.2	-	-	-
<i>Geranium robertianum</i>	-	-	-	-	<0.1	-	-
<i>Geranium sylvaticum</i>	-	<0.1	-	-	-	-	-
<i>Geum rivale</i>	-	0.2	-	<0.1	<0.1	<0.1	-
<i>Geum urbanum</i>	<0.1	-	-	-	-	-	<0.1
<i>Gymnocarpium dryopteris</i>	-	0.6	-	-	<0.1	<0.1	-
<i>Hepatica nobilis</i>	-	0.5	-	<0.1	-	<0.1	-
<i>Heracleum sibiricum</i>	0.1	-	-	<0.1	-	-	-
<i>Hieracium umbellatum</i>	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	<0.1
<i>Iris pseudacorus</i>	-	<0.1	-	-	-	-	-
<i>Lathyrus pratensis</i>	<0.1	-	-	-	-	-	-
<i>Lathyrus vernus</i>	-	<0.1	-	-	-	<0.1	0.2
<i>Leucanthemum vulgare</i>	<0.1	-	<0.1	-	<0.1	<0.1	<0.1
<i>Listera ovata</i>	<0.1	<0.1	<0.1	0.2	<0.1	<0.1	<0.1
<i>Luzula multiflora</i>	<0.1	<0.1	-	-	-	<0.1	-
<i>Luzula pilosa</i>	-	<0.1	-	-	<0.1	-	<0.1
<i>Lychnis flos-cuculi</i>	-	-	-	-	-	-	<0.1
<i>Lycopodium annotinum</i>	-	<0.1	-	-	-	-	-
<i>Lysimachia vulgaris</i>	-	-	<0.1	-	0.3	0.1	-
<i>Maianthemum bifolium</i>	0.1	0.2	0.2	-	0.1	<0.1	-
<i>Melampyrum sylvatica</i>	0.1	0.3	-	-	-	-	<0.1
<i>Melica nutans</i>	0.1	-	<0.1	-	0.2	0.3	<0.1
<i>Meliolotus albus</i>	-	-	-	-	-	-	<0.1
<i>Mercurialis perennis</i>	-	0.3	<0.1	-	-	-	-
<i>Milium effusum</i>	<0.1	<0.1	<0.1	0.2	<0.1	<0.1	<0.1
<i>Moehringia trinervia</i>	-	<0.1	-	-	-	-	-
<i>Mycelis muralis</i>	1.3	1.2	1.5	0.2	0.4	0.9	0.4
<i>Neottia nidus-avis</i>	-	-	-	-	<0.1	0.1	<0.1
<i>Orchis militaris</i>	-	<0.1	-	0.2	<0.1	<0.1	<0.1
<i>Oxalis acetosella</i>	1.7	2.9	0.2	-	<0.1	<0.1	<0.1
<i>Paris quadrifolia</i>	<0.1	0.2	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	<0.1
<i>Phegopteris connectilis</i>	-	-	-	-	-	-	<0.1
<i>Phragmites australis</i>	0.6	<0.1	-	-	0.3	0.3	-
<i>Pilosella praealta</i>	<0.1	-	0.2	-	<0.1	<0.1	<0.1
<i>Pimpinella saxifraga</i>	-	-	<0.1	-	0.1	-	-
<i>Plantanthera bifolia</i>	<0.1	-	-	-	-	<0.1	<0.1
<i>Poa pratensis</i>	-	-	-	-	-	0.1	-
<i>Polygala amarella</i>	-	<0.1	-	-	-	<0.1	-
<i>Potentilla erecta</i>	<0.1	-	-	-	<0.1	0.2	<0.1
<i>Potentilla palustris</i>	0.6	-	-	-	-	-	-
<i>Primula veris</i>	-	-	-	0.4	-	-	-
<i>Pteridium aquilinum</i>	0.3	<0.1	-	-	-	-	-
<i>Pulmonaria obscura</i>	-	0.2	-	-	-	-	-
<i>Pyrola rotundifolia</i>	0.2	-	<0.1	1.0	0.1	0.7	0.4

Taimeliigid	Kooslusetüübid						
	1	2	3	4	5	6	7
Koosluste arv	7	13	6	5	19	20	13
Liikide arv	30±3	24±6	18±6	27±4	21±5	23±6	20±4
E	0.84±0.04	0.81±0.04	0.63±0.04	0.83±0.04	0.88±0.04	0.79±0.06	0.78±0.07
H	3.08±0.11	2.77±0.21	1.89±0.23	2.83±0.23	2.59±0.20	2.56±0.28	2.42±0.32
<i>Ramischia secunda</i>	0.1	<0.1	0.4	0.4	0.3	0.6	1.1
<i>Ranunculus acris</i>	<0.1	<0.1	<0.1	0.2	<0.1	<0.1	-
<i>Ranunculus cassubicus</i>	-	0.2	-	-	-	-	-
<i>Ranunculus repens</i>	0.9	0.1	-	-	<0.1	<0.1	-
<i>Rubus idaeus</i>	0.6	0.3	-	-	0.4	0.4	0.3
<i>Rubus saxatilis</i>	1.4	0.9	0.4	<0.1	1.8	1.2	1.6
<i>Solidago virgaurea</i>	0.6	0.3	0.2	0.8	0.3	0.3	0.3
<i>Stellaria holostea</i>	-	<0.1	-	-	-	-	-
<i>Stellaria nemorum</i>	-	0.2	-	-	-	-	-
<i>Tanacetum vulgare</i>	-	-	-	<0.1	<0.1	-	-
<i>Taraxacum officinale</i> (coll.)	0.6	0.2	0.7	1.4	0.4	0.6	0.6
<i>Trientalis europaea</i>	<0.1	<0.1	-	-	<0.1	-	<0.1
<i>Trifolium aureum</i>	-	<0.1	-	<0.1	-	<0.1	-
<i>Trifolium montanum</i>	-	-	-	0.4	-	<0.1	-
<i>Tussilago farfara</i>	1.0	0.2	0.5	0.6	0.7	1.3	0.9
<i>Urtica dioica</i>	-	0.3	-	<0.1	<0.1	<0.1	-
<i>Vaccinium myrtillus</i>	0.6	1.0	-	-	-	-	-
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	<0.1	0.2	-	-	-	<0.1	0.2
<i>Valeriana officinalis</i>	-	-	-	-	<0.1	-	-
<i>Veronica chamaedrys</i>	<0.1	-	-	0.6	-	-	-
<i>Veronica officinalis</i>	-	-	-	-	<0.1	-	-
<i>Vicia sepium</i>	0.4	0.2	-	0.6	0.2	<0.1	0.4
<i>Vicia sylvatica</i>	-	-	-	-	-	<0.1	<0.1
<i>Viola mirabilis</i>	-	0.3	-	0.4	0.2	<0.1	-
<i>Viola riviniana</i>	<0.1	0.2	<0.1	<0.1	0.2	-	0.2

Tabel 2. Kooslusetüüpide liigilise koosseisu sarnasus mitmese vastuse permutatsioonitesti põhjal. Tähistused: T – T-kriteerium, A – A-kriteerium, p – olulisustõenäosus.

Võrreldavad kooslusetüübid	T	A	p
1 ↔ 2	-7.048	0.058	<0.001
1 ↔ 3	-6.880	0.169	<0.001
1 ↔ 4	-4.385	0.074	0.001
1 ↔ 5	-11.461	0.079	<0.001
1 ↔ 6	-11.732	0.084	<0.001
1 ↔ 7	-9.177	0.104	<0.001
2 ↔ 3	-9.801	0.114	<0.001
2 ↔ 4	-6.318	0.051	<0.001
2 ↔ 5	-12.486	0.055	<0.001
2 ↔ 6	-18.728	0.131	<0.001
2 ↔ 7	-15.163	0.148	<0.001
3 ↔ 4	-5.796	0.155	<0.001
3 ↔ 5	-13.851	0.132	<0.001
3 ↔ 6	-15.061	0.155	<0.001
3 ↔ 7	-11.101	0.193	<0.001
4 ↔ 5	-5.567	0.034	<0.001
4 ↔ 6	-8.645	0.059	<0.001
4 ↔ 7	-7.295	0.074	<0.001
5 ↔ 6	-20.426	0.117	<0.001
5 ↔ 7	-18.100	0.133	<0.001
6 ↔ 7	-8.074	0.036	<0.001

Tabel 3. Kooslusetüüpide indikaatorliigid ja nende suhteline sagedus kooslusetüüpides. Tähistused: Max KT – kooslusetüüp, milles liigi indikaatorväärtus on maksimaalne, p – olulisustõenäosus, T – puurinde liik.

Taimeliik	Max KT	p	Kooslusetüüp						
			1	2	3	4	5	6	7
<i>Larix decidua</i> T	1	<0.001	57	0	0	0	5	10	0
<i>Carex nigra</i>	1	<0.001	57	0	0	0	0	0	0
<i>Potentilla palustris</i>	1	<0.001	57	0	0	0	0	0	0
<i>Carex globularis</i>	1	<0.001	43	0	0	0	0	0	0
<i>Crepis paludosa</i>	1	<0.001	57	31	0	20	5	0	0
<i>Dryopteris carthusiana</i>	1	0.001	71	54	17	0	5	30	8
<i>Ranunculus repens</i>	1	0.002	57	31	0	0	11	5	0
<i>Filipendula ulmaria</i>	1	0.004	57	46	0	20	26	5	8
<i>Athyrium filix-femina</i>	1	0.009	57	23	17	0	0	10	0
<i>Cirsium oleraceum</i>	1	0.014	71	38	33	20	26	40	38
<i>Sorbus aucuparia</i>	1	0.022	100	46	83	100	74	100	85
<i>Phragmites australis</i>	1	0.024	57	15	0	0	32	10	0
<i>Convallaria majalis</i>	1	0.032	100	54	50	0	58	75	38
<i>Larix decidua</i>	1	0.048	29	0	0	20	0	0	0
<i>Galium album</i>	1	0.055	71	8	17	40	16	15	38
<i>Luzula multiflora</i>	1	0.057	29	8	0	0	0	5	0
<i>Vaccinium myrtillus</i>	1	0.065	57	31	0	0	0	0	0
<i>Lonicera xylosteum</i>	1	0.087	71	46	33	0	32	25	15
<i>Calamagrostis arundinacea</i>	1	0.110	100	62	0	100	58	40	85
<i>Trientalis europaea</i>	1	0.123	57	23	0	0	5	0	8
<i>Cirsium arvense</i>	1	0.194	43	0	0	20	11	25	31
<i>Lathyrus pratensis</i>	1	0.215	14	0	0	0	0	0	0
<i>Pteridium aquilinum</i>	1	0.245	14	8	0	0	0	0	0
<i>Heracleum sibiricum</i>	1	0.263	14	0	0	20	0	0	0
<i>Rubus idaeus</i>	1	0.290	57	31	0	0	63	40	23
<i>Grossularia reclinata</i>	1	0.324	14	0	0	0	0	5	0
<i>Vicia sepium</i>	1	0.476	57	23	0	20	26	20	38
<i>Carex hirta</i>	1	0.494	14	0	0	0	5	5	0
<i>Geum urbanum</i>	1	0.528	14	0	0	0	0	0	8
<i>Juniperus communis</i>	1	0.583	14	8	17	0	16	10	0
<i>Chimaphila umbellata</i>	1	0.583	14	0	0	0	0	5	8
<i>Plantanthera bifolia</i>	1	0.702	14	0	0	0	0	10	8
<i>Caragana arborescens</i>	1	0.865	14	0	0	0	5	20	8
<i>Populus tremula</i> T	2	<0.001	14	77	0	40	11	10	0
<i>Oxalis acetosella</i>	2	0.002	71	69	17	0	11	5	8
<i>Anemone nemorosa</i>	2	0.007	86	85	0	60	0	20	8
<i>Urtica dioica</i>	2	0.008	0	46	0	20	11	5	0
<i>Tilia cordata</i> T	2	0.012	0	46	0	40	16	5	0
<i>Gymnocarpium dryopteris</i>	2	0.020	0	31	0	0	5	10	0
<i>Hepatica nobilis</i>	2	0.020	0	31	0	20	0	5	0
<i>Alnus glutinosa</i> T	2	0.021	14	46	0	0	0	0	0
<i>Dryopteris expansa</i>	2	0.042	0	31	0	0	5	0	0
<i>Fraxinus excelsior</i>	2	0.047	0	23	0	20	0	0	0
<i>Paris quadrifolia</i>	2	0.061	43	85	33	20	26	40	15
<i>Luzula pilosa</i>	2	0.066	0	23	0	0	5	0	8
<i>Daphne mezereum</i>	2	0.084	14	31	33	0	5	5	8

Taimeliik	Max KT	p	Kooslusetüüp						
			1	2	3	4	5	6	7
<i>Padus avium</i>	2	0.089	57	62	17	20	32	30	23
<i>Alnus incana</i>	2	0.111	0	38	0	40	11	10	0
<i>Melampyrum sylvatica</i>	2	0.113	14	23	0	0	0	0	8
<i>Acer platanoides</i>	2	0.115	14	54	0	20	21	5	15
<i>Geranium sylvaticum</i>	2	0.120	0	15	0	0	0	0	0
<i>Pulmonaria obscura</i>	2	0.174	0	15	0	0	0	0	0
<i>Tilia cordata</i>	2	0.176	0	15	0	0	0	0	0
<i>Ranunculus cassubicus</i>	2	0.188	0	15	0	0	0	0	0
<i>Angelica sylvestris</i>	2	0.230	14	62	17	20	37	35	31
<i>Anthriscus sylvestris</i>	2	0.268	0	46	33	20	5	10	0
<i>Viola riviniana</i>	2	0.404	14	46	33	20	5	0	23
<i>Viola mirabilis</i>	2	0.470	0	38	0	20	21	15	0
<i>Stellaria nemorum</i>	2	0.526	0	8	0	0	0	0	0
<i>Actaea spicata</i>	2	0.526	71	23	33	0	11	30	8
<i>Moehringia trinervia</i>	2	0.528	0	8	0	0	0	0	0
<i>Lycopodium annotinum</i>	2	0.533	0	8	0	0	0	0	0
<i>Iris pseudacorus</i>	2	0.535	0	8	0	0	0	0	0
<i>Stellaria holostea</i>	2	0.539	0	8	0	0	0	0	0
<i>Ribes alpinum</i>	2	0.604	0	15	17	0	11	15	8
<i>Mercurialis perennis</i>	2	0.621	0	8	17	0	0	0	0
<i>Geum rivale</i>	2	0.642	0	15	0	20	11	15	0
<i>Carex sylvatica</i>	2	0.646	0	8	0	20	0	0	0
<i>Polygala amarella</i>	2	0.677	0	8	0	0	0	5	0
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	2	0.773	57	23	0	0	0	15	23
<i>Chelidonium majus</i>	2	0.887	0	8	0	0	0	0	8
<i>Dryopteris filix-mas</i>	2	0.915	14	23	33	0	5	15	0
<i>Picea abies</i> T	3	<0.001	43	77	0	60	32	1	5
<i>Antennaria dioica</i>	3	0.179	0	0	17	0	0	5	0
<i>Mycelis muralis</i>	3	0.196	86	92	83	60	53	80	38
<i>Pilosella praealta</i>	3	0.389	14	0	17	0	5	35	8
<i>Leucanthemum vulgare</i>	3	0.926	14	0	17	0	5	5	15
<i>Maianthemum bifolium</i>	3	0.934	14	15	17	0	11	10	0
<i>Corylus avellana</i>	3	0.974	14	15	33	0	5	10	8
<i>Salix caprea</i> T	4	0.001	14	8	0	60	16	0	0
<i>Trifolium montanum</i>	4	0.001	0	0	0	40	0	5	0
<i>Veronica chamaedrys</i>	4	0.002	14	0	0	40	0	0	0
<i>Pyrola rotundifolia</i>	4	0.011	29	0	33	80	16	30	46
<i>Solidago virgaurea</i>	4	0.025	57	62	83	100	63	60	62
<i>Carex digitata</i>	4	0.026	57	85	33	100	37	40	62
<i>Cypripedium calceolus</i>	4	0.027	57	62	33	60	53	25	23
<i>Taraxacum officinale</i> (coll.)	4	0.053	57	23	67	80	53	65	54
<i>Primula veris</i>	4	0.060	0	0	0	20	0	0	0
<i>Malus domestica</i>	4	0.066	0	0	0	20	0	0	0
<i>Tanacetum vulgare</i>	4	0.072	0	0	0	20	5	0	0
<i>Picea abies</i>	4	0.105	100	62	50	100	58	75	77
<i>Ranunculus acris</i>	4	0.117	29	23	17	40	5	25	0
<i>Epilobium montanum</i>	4	0.118	0	0	0	20	11	0	0
<i>Trifolium aureum</i>	4	0.131	0	8	0	20	0	5	0
<i>Agrostis capillaris</i>	4	0.139	29	15	0	40	16	5	15
<i>Salix myrsinifolia</i>	4	0.142	29	0	0	100	37	45	54
<i>Orchis militaris</i>	4	0.174	0	8	0	20	16	15	8

Taimeliik	Max KT	p	Kooslusetüüp						
			1	2	3	4	5	6	7
<i>Rosa</i> sp.	4	0.195	0	0	0	20	5	15	0
<i>Listera ovata</i>	4	0.203	14	23	17	40	16	40	23
<i>Elymus repens</i>	4	0.205	0	8	0	20	5	5	0
<i>Galium boreale</i>	4	0.227	14	0	0	20	0	0	0
<i>Salix myrtilloides</i>	4	0.253	0	0	0	20	11	15	8
<i>Equisetum sylvatica</i>	4	0.430	0	23	0	20	5	0	0
<i>Aegopodium podagraria</i>	4	0.496	14	15	0	20	0	0	0
<i>Milium effusum</i>	4	0.529	14	8	17	20	16	5	8
<i>Equisetum pratense</i>	4	0.558	14	15	0	20	26	5	8
<i>Populus balsamifera</i> T	4	0.683	0	8	0	20	16	0	0
<i>Betula pendula</i> T	5	<0.001	57	100	67	100	100	60	38
<i>Eupatorium cannabinum</i>	5	0.041	14	0	0	0	32	25	0
<i>Pimpinella saxifraga</i>	5	0.054	0	0	17	0	26	0	0
<i>Lysimachia vulgaris</i>	5	0.060	0	0	17	0	32	15	0
<i>Fragaria vesca</i>	5	0.081	100	69	67	80	100	75	77
<i>Pinus sylvestris</i>	5	0.089	14	0	17	40	37	25	0
<i>Rubus saxatilis</i>	5	0.182	71	77	67	40	84	70	77
<i>Deschampsia cespitosa</i>	5	0.302	43	15	67	20	58	45	15
<i>Geranium robertianum</i>	5	0.309	0	0	0	0	11	0	0
<i>Valeriana officinalis</i>	5	0.371	0	0	0	0	11	0	0
<i>Salix cinerea</i>	5	0.379	0	0	0	0	11	0	0
<i>Veronica officinalis</i>	5	0.382	0	0	0	0	11	0	0
<i>Fraxinus excelsior</i> T	5	0.760	0	0	0	0	5	0	0
<i>Equisetum hyemale</i>	5	0.760	0	0	0	0	5	0	0
<i>Artemisia vulgaris</i>	5	0.769	0	0	0	0	5	0	0
<i>Calamagrostis canescens</i>	5	0.786	43	15	0	0	16	15	0
<i>Epipactis helleborine</i>	5	0.805	14	15	17	0	11	5	0
<i>Hieracium umbellatum</i>	5	0.879	29	8	50	20	37	25	38
<i>Carex vaginata</i>	5	0.900	14	0	0	0	5	10	0
<i>Quercus robur</i>	5	0.958	14	0	0	0	5	0	8
<i>Calamagrostis epigeios</i>	6	0.031	43	0	0	80	47	85	46
<i>Neottia nidus-avis</i>	6	0.062	0	0	0	0	5	30	15
<i>Frangula alnus</i>	6	0.068	71	62	83	80	84	90	69
<i>Tussilago farfara</i>	6	0.102	86	15	67	80	68	95	69
<i>Ribes rubrum</i>	6	0.266	0	0	0	0	11	15	0
<i>Melica nutans</i>	6	0.323	14	0	33	0	32	35	23
<i>Vicia sylvatica</i>	6	0.457	0	0	0	0	0	10	8
<i>Potentilla erecta</i>	6	0.476	14	0	0	0	32	20	31
<i>Dactylis glomerata</i>	6	0.768	14	8	17	0	11	15	8
<i>Viburnum opulus</i>	6	0.846	14	8	17	20	0	20	8
<i>Ulmus glabra</i>	6	1.000	0	0	0	0	0	5	0
<i>Dactylorhiza fuchsii</i>	6	1.000	0	0	0	0	0	5	0
<i>Dactylorhiza incarnata</i>	6	1.000	0	0	0	0	0	5	0
<i>Festuca ovina</i>	6	1.000	0	0	0	0	0	5	0
<i>Poa pratensis</i>	6	1.000	0	0	0	0	0	5	0
<i>Pinus sylvestris</i> T	7	<0.001	86	69	50	100	89	100	100
<i>Betula pendula</i>	7	0.029	57	15	33	80	79	80	92
<i>Ramischia secunda</i>	7	0.089	14	15	50	40	37	40	62
<i>Populus tremula</i>	7	0.241	57	38	17	40	53	55	62
<i>Salix phylicifolia</i>	7	0.263	29	0	17	40	42	50	54
<i>Epilobium angustifolium</i>	7	0.296	71	15	33	80	74	65	77

Taimeliik	Max KT	p	Kooslusetüüp						
			1	2	3	4	5	6	7
<i>Lathyrus vernus</i>	7	0.375	0	15	0	0	0	5	15
<i>Lychnis flos-cuculi</i>	7	0.520	0	0	0	0	0	0	8
<i>Melilotus albus</i>	7	0.520	0	0	0	0	0	0	8
<i>Phegopteris connectilis</i>	7	0.520	0	0	0	0	0	0	8
<i>Clinopodium vulgare</i>	7	0.529	0	0	0	0	0	0	8
<i>Epipactis atrorubens</i>	7	0.786	14	0	17	20	5	15	23
<i>Rhamnus catharticus</i>	7	0.795	14	8	17	20	21	15	31
<i>Salix caprea</i>	7	0.824	14	0	0	0	16	5	8

Puurinde indikaatorliikideks on haab (*Populus tremula*), pärn (*Tilia cordata*) ja sanglepp (*Alnus glutinosa*) (tabel 3); puhma-rohurindes lisaks jänesekapsale ja võsaülasele ka kõrvenõges (*Urtica dioica*), sinilill (*Hepatica nobilis*), kolmissõnajalg (*Gymnocarpium dryopteris*) ja laiuv sõnajalg (*Dryopteris expansa*). Need kooslused kuuluvad kase—jänesekapsa—võsaülase (*Betula pendula*—*Oxalis acetosella*—*Anemone nemoralis*) tüüpi.

Kolmanda tüübi koosluste puurinne koosneb valdavalt kuusest, nende seas kasvab üksikuid mände ja kaski (tabel 1). Puurinde järelkasv, põõsarinne ja puhma-rohurinne on hõredad. Viimases on ohtramalt jänesesalatit, metskastikut, metsmaasikat (*Fragaria vesca*), võililli (*Taraxacum officinale*) ja paiselehte (*Tussilago farfara*). Taimeliikide koguarv (18 ± 6) on neis kooslustes teistega võrreldes kõige väiksem. Statistiliselt oluliseks indikaatorliigiks on vaid puurinde dominant kuusk (tabel 3); suhtelise ohtruse poolest paistavad silma veel kassikäpp (*Antennaria dioica*) ja sarapuu (*Corylus avellana*). Suhteliselt väike ühtluskoeffitsiendi väärtus osutab sellele, et liikide ohtrus on kooslustes jaotunud väga ebaühtlaselt. Need on kuuse—jänesesalati—metskastiku (*Picea abies*—*Mycelis muralis*—*Calamagrostis arundinacea*) kooslused.

Neljanda tüübi kooslused on kase-männi segametsad, mille järelkasvus on rohkesti kuuski, vähem kaski, põõsarindes pihlakat, paakspuud ja pajusid; need kooslused on kõige nooremad (45 ± 3 aastat), aga taimeliikide koguarv (27 ± 4) on siiski suhteliselt suur (tabel 1). Alus- ja taimekasv domineerivad jäneskastik (*Calamagrostis epigeios*), metskastik, sõrmtarn (*Carex digitata*) ja võilill, rohkesti leidub ka kaitsealust kuldkinga (*Cypripedium calceolus*). Statistiliselt usaldatavad indikaatorliigid on raagremmelgas (*Salix caprea*), mägiristik (*Trifolium montanum*), külmamailane (*Veronica chamaedrys*), ümaralehine uibuleht (*Pyrola rotundifolia*), kuldvits (*Solidago virgaurea*), sõrmtarn ja kuldking (tabel 3). Need kooslused moodustavad kase—männi—jäneskastiku—sõrmtarna (*Betula pendula*—*Pinus sylvestris*—*Calamagrostis epigeios*—*Carex digitata*) tüübi.

Viiendasse tüüpi kuuluvad kaasikud, kus puurindes on ka üksikuid mände, puurinde järelkasvus on peamiseks liigiks samuti kask, aga ka kuusk ja haab, põõsarindes paakspuu, pihlakas, toomingas, kahevärvine paju (*Salix phylicifolia*), harilik kuslapuu (tabel 1). Nendeski kooslustes domineerivad rohurindes jänes- ja metskastik, suhteliselt ohtrad on veel maikelluke, metsmaasikas, lillakas (*Rubus saxatilis*), paiseleht ja luht-kastevars (*Deschampsia cespitosa*). Indikaatorliikideks on selles koosluetüübis puurinde arukask ja rohurindes kasvav harilik vesikanep (*Eupatorium cannabinum*) (tabel 3). Kõige kõrgem ühtluskoefitsiendi väärtus (0.88 ± 0.04) osutab sellele, et liikide ohtrus on käsitletavates kooslustes jaotunud suhteliselt ühtlaselt. Need kooslused esindavad kase—jāneskastiku—metskastiku (*Betula pendula*—*Calamagrostis epigeios*—*Calamagrostis arundinacea*) tüüpi.

Kuuenda tüübi koosluste puurinde moodustab mänd segus üksikute kaskedega, järelkasvus on kõige enam kask, vähem kuuske ja haaba (tabel 1). Põõsarindes kasvab rohkesti paakspuud ja pihlakat, harvemalt kahevärvist paju, mustjat paju (*Salix myrsinifolia*) jt. Rohurindes on domineerivaks liigiks jāneskastik, üsna ohtralt leidub ka maikellukest, metsmaasikat, paiselehte ja lillakat. Statistiliselt olulise indikaatorliigina tuleb esile vaid jāneskastik, aga suhteliselt sage on neis kooslustes võrreldes muudega samuti pruunikas pesajuur (*Neottia nidus-avis*) (tabel 3). Need kooslused kuuluvad männi—jāneskastiku—maikellukese (*Pinus sylvestris*—*Calamagrostis epigeios*—*Convallaria majalis*) tüüpi.

Ka viimase, seitsmenda tüübi kooslused on männikud ja neiski on järelkasvus kõige enam kask, kuuske ja haaba, põõsarindes kahevärvist ning mustjat paju, paakspuud ja pihlakas, märkimist väärib siin ka suur läätspuu (*Carinaga arborescens*) (tabel 1). Rohurindes on ohtraimaks liigiks metskastik, suhteliselt rohkesti kasvab samuti lillakat, metsmaasikat, lakklehte (*Ramischia secunda*), paiselehte. Koosluetüübi olulisteks indikaatorliikideks on puurinde kasvav mänd ja järelkasvus domineeriv arukask (tabel 3). Need on männi—metskastiku—lakklehe (*Pinus sylvestris*—*Calamagrostis arundinacea*—*Ramischia secunda*) kooslused.

On huvitav märkida, et spontaanselt kujunenud kooslused on esindatud seitsmest koosluetüübist viies: lehise—metskastiku—angervaksa tüübis (1. tüüp) esindab neid metsakoosluste kirje nr. 33, kase—jānesekapsa—võsaülase tüübis (2. tüüp) kirjed nr. 2 ja 32, kase—jāneskastiku—metskastiku tüübis (5. tüüp) kirjed nr. 28, 31 ja 74, männi—jāneskastiku—maikellukese tüübis (6. tüüp) kirjed nr. 13, 29, 70 ja 73 ning männi—metskastiku—leselehe tüübis (7. tüüp) kirje nr. 30 (joon. 3). See kinnitab tõika, et mineraalsed puistangud erinevad lokaalselt oma keskkonnatingimuste poolest, võimaldades seal ka spontaanselt kasvavatel puistutel kujuneda eritüüpilisteks metsadeks.

Suures osas määrab metsakoosluste arenemise ja nende liigilise koosseisu puistangu metsastamiseks kasutatud puuistikute liik – käsitletaval pilootalal kas harilik mänd (*Pinus sylvestris*), arukask (*Betula pendula*), harilik haab (*Populus tremula*) või euroopa lehis (*Larix decidua*). Siiski viitab nii männi- kui kaseistikutega rajatud metsade eristumine mõlemal juhul kaheks kooslusetüübiks (männi—jäneskastiku—maikellukese ja männi—metskastiku—lakklehe; kase—jänese kapsa—võsaülase ja kase—jäneskastiku—metskastiku) sellele, et (i) metsa kasvutingimused rekultiveeritud mineraalse puistangu erinevates osades on mõneti erinevad, kui ka sellele, et (ii) istutatud metsa kasvamise käigus hakkab puurinne (selle lehtede/okaste varis, alustaimestu varjutatus puu võrade poolt, sadevee ebaühtlane jaotumine maapinnale) järjest enam mõjutama metsa alumiste rinnete liigilist koosseisu.

Ordinatsioonanalüüsi tulemused osutavad selgesti tendentsile, mille kohaselt siinsete metsakoosluste alustaimestu liigiline koosseis metsade vanuse kasvades nemoraliseerub, s.t. varasemad ruderaalliigid e. prahipaigataimed ning avatud elupaikade pioneerliigid (paiseleht, mägiristik, jäneskastik, põldohakas (*Cirsium arvense*), mägi-pajulill (*Epilobium montanum*), harilik orashein (*Elymus repens*), valge mesikas (*Melilotus alba*) jt. asenduvad vastavalt kivi- mite porsumisele, muldkatte edenemisele ning niiskuselude paranemisele kasvukohatingimuste suhtes nõudlikumate salu- e. nemoraalsete liikidega -- harilik sinilill (*Hepatica nobilis*), võsaülane (*Anemone nemorosa*), metstulikas (*Ranunculus cassubicus*), püsik-seljarohi (*Mercurialis perennis*), salu-tähthein (*Stellaria nemorum*), harilik kopsurohi (*Pulmonaria obscura*), laiuv sõnajalg (*Dryopteris expansa*) (joon. 4A). Neid liike kasvab kõige enam kase—jänese kapsa—võsaülase kooslustes (2. tüüp), mille puurinde keskmine vanus (72 ± 17 aastat) on teiste koosluste omast märgatavalt suurem. Kase domineerimisega metsade suktsessioonitrendi e. koosluste ajalist muutumist seda tüüpi koosluste suunas kajastab samuti ordinatsiooniskeem (joon. 4B). Uurimisalal kasvavate männikute puhul selget suktsessioonitrendi ei avaldu, sest nende metsade vanusevahe ei ole kuigi suur.

Metsakoosluste liigilise koosseisu muutumine seoses puistu vanusega

Männikud

Võrreldes MRPP testi alusel omavahel (i) kuni 50-aastaseid, (ii) 51-60-aastaseid ja (iii) 61-70-aastaseid männikuid, selgub et kahe esimese vanusrühma puistute liigiline koosseis statistiliselt oluliselt ei erine, alla 50 aasta ja üle 60 aasta vanuste männikute liigiline koosseis aga on juba oluliselt erinev, nagu ka kahe vanema rühma männikute oma (tabel 4). Viimase võrdluse tulemus osutab samas ka sellele, **et 61-70-aastased istutatud männikute liigiline koosseis ei ole veel stabiliseerunud, see on jätkuvalt küllaltki olulisel määral muutumas ja ei vasta seega looduslikult kasvanud vanade männikute liigilisele koosseisule; selleni jõudmiseks kulub enam kui 70 aastat.**

Tabel 4. Vanuse järgi rühmitatud männikute liigilise koosseisu sarnasus MRPP testi põhjal. Tähistused: T – T-kriteerium, A – A-kriteerium, p – olulisustõenäosus.

Võrreldavad vanuserühmad	T	A	p
>50 ↔ 51-60	-1.068	0.004	0.141
>50 ↔ 61-70	-2.049	0.017	0.035
51-60 ↔ 61-70	-1.902	0.017	0.047

Enam kui 60-aastastes männikutes taimeliikide koguarv märgatavalt väheneb (tabel 5), mis on seletatav puurinde tihedamaks/varjukamaks muutumisega ning alustaimestus lagedatele puistangutele omaste pioneer- ja ruderaalliikide taandumisega. Sellega seondub ka koosluste ühtluskoeffitsiendi väärtuse vähenemine, s.t. taimeliikide ohtruse jaotus muutub neis ebaühtlasemaks.

Tabel 5. Vanuse järgi rühmitatud männikute taimeliikide koguarv (N), ühtluskoefitsient (E) ja Shannon-Wieneri liigilise mitmekesisuse koefitsient (H).

Vanuserühm	N	E	H
Männik >50 aastane	29±18	0.80±0.05	2.55±0.26
Männik 51-60 aastane	29±7	0.80±0.06	2.67±0.31
Männik 61-70 aastane	21±7	0.66±0.07	2.01±0.45

Liikide suhtelise esinemissageduse ja nende indikaatorväärtuse detailsem analüüs kinnitab seda, et nende koosseisu muutumine seoses puistu vanusega toimub sujuvalt; sellele osutab silmapaistvate/statistiliselt oluliste indikaatorliikide vähesus või sootuks nende puudumine erinevates vanuserühmades (tabel 6). Siiski võib tõdeda nooremates männikutes valguslembeste liikide nagu metsmaasikas (*Fragaria vesca*), valge madar (*Galium album*), mägiristik (*Trifolium montanum*), sarik-hunditubakas (*Hieracium umbellatum*), harilik härjasilm (*Leucanthemum vulgare*), valge mesikas (*Melilotus albus*) jt. suhteliselt suuremat sagedust. Vanemates puistutes suureneb põõsaliikide -- harilik kuslapuu (*Lonicera xylosteum*), harilik sarapuu (*Corylus avellana*), raagremmelgas (*Salix caprea*), suur läätspuu (*Caragana arborescens*) jt., samuti mullas mikroreljeefi lohkudes kohati vettpidava gleistunud horisondi kujunemise tulemusena mitmete niiskuslembeste liikide -- soopihl (*Potentilla palustris*), harilik pilliroog (*Phragmites australis*), harilik vesikanep (*Eupatoria cannabinum*) osatähtsus.

Tabel 6. Vanuse järgi rühmitatud männikute indikaatorliigid ja nende suhteline sagedus vanuserühmades. Tähistused: Max VR – vanuserühm, milles liigi indikaatorväärtus on maksimaalne, p – olulisustõenäosus, T – puurinde liik.

Taimeliik	Max VR	p	Vanuserühm, aastad		
			>50	51-60	61-70
<i>Fragaria vesca</i>	>50	0.009	89	73	33
<i>Potentilla erecta</i>	>50	0.098	42	7	0
<i>Acer platanooides</i>	>50	0.178	21	0	0
<i>Calamagrostis arundinacea</i>	>50	0.221	63	60	33
<i>Viola riviniana</i>	>50	0.225	21	0	0
<i>Equisetum pratense</i>	>50	0.234	21	0	0
<i>Deschampsia cespitosa</i>	>50	0.366	37	27	0
<i>Rosa sp.</i>	>50	0.369	21	0	0
<i>Galium album</i>	>50	0.388	42	27	0
<i>Tilia cordata</i>	>50	0.408	16	0	0
<i>Frangula alnus</i>	>50	0.421	84	80	33
<i>Geum rivale</i>	>50	0.433	16	7	0

Taimeliik	Max VR	p	Vanuserühm, aastad		
			>50	51-60	61-70
<i>Agrostis capillaris</i>	>50	0.442	16	7	0
<i>Pyrola rotundifolia</i>	>50	0.491	42	33	0
<i>Ramischia secunda</i>	>50	0.514	53	40	33
<i>Trifolium montanum</i>	>50	0.549	11	7	0
<i>Angelica sylvestris</i>	>50	0.552	32	33	0
<i>Urtica dioica</i>	>50	0.566	11	0	0
<i>Picea abies</i>	>50	0.634	16	7	0
<i>Anthriscus sylvestris</i>	>50	0.691	11	7	0
<i>Betula pendula</i>	>50	0.718	84	80	100
<i>Lathyrus vernus</i>	>50	0.751	11	7	0
<i>Hieracium umbellatum</i>	>50	0.752	32	20	0
<i>Alnus glutinosa</i>	>50	0.794	53	67	33
<i>Taraxacum officinale</i> (coll.)	>50	0.796	63	53	67
<i>Solidago virgaurea</i>	>50	0.804	74	53	67
<i>Vicia sepium</i>	>50	0.805	26	27	67
<i>Vicia sylvatica</i>	>50	0.815	11	7	0
<i>Convallaria majalis</i>	>50	0.856	63	60	33
<i>Dactylis glomerata</i>	>50	0.857	11	7	33
<i>Salix myrsinifolia</i>	>50	0.926	53	47	67
<i>Salix caprea</i>)	>50	1.000	5	7	0
<i>Alnus incana</i>	>50	1.000	11	7	0
<i>Fraxinus excelsior</i>	>50	1.000	5	0	0
<i>Malus domestica</i>	>50	1.000	5	0	0
<i>Carex hirta</i>	>50	1.000	5	0	0
<i>Chelidonium majus</i>	>50	1.000	5	0	0
<i>Dactylorhiza incarnata</i>	>50	1.000	5	0	0
<i>Elymus repens</i>	>50	1.000	5	0	0
<i>Galium boreale</i>	>50	1.000	5	0	0
<i>Heracleum sibiricum</i>	>50	1.000	5	0	0
<i>Leucanthemum vulgare</i>	>50	1.000	11	7	0
<i>Luzula pilosa</i>	>50	1.000	5	0	0
<i>Lychnis flos-cuculi</i>	>50	1.000	5	0	0
<i>Lysimachia vulgaris</i>	>50	1.000	11	7	0
<i>Melampyrum sylvatica</i>	>50	1.000	5	0	0
<i>Melilotus albus</i>	>50	1.000	5	0	0
<i>Phegopteris connectilis</i>	>50	1.000	5	0	0
<i>Pimpinella saxifraga</i>	>50	1.000	5	0	0
<i>Plantanthera bifolia</i>	>50	1.000	11	7	0
<i>Poa pratensis</i>	>50	1.000	5	0	0
<i>Primula veris</i>	>50	1.000	5	0	0
<i>Veronica chamaedrys</i>	>50	1.000	5	7	0
<i>Viola mirabilis</i>	>50	1.000	5	13	0
<i>Mycelis muralis</i>	51-60	0.007	42	87	67
<i>Lonicera xylosteum</i>	51-60	0.007	0	60	0
<i>Sorbus aucuparia</i>	51-60	0.030	95	100	67
<i>Dryopteris carthusiana</i>	51-60	0.078	5	40	33

Taimeliik	Max VR	p	Vanuserühm, aastad		
			>50	51-60	61-70
<i>Phragmites australis</i>	51-60	0.185	0	20	0
<i>Epilobium angustifolium</i>	51-60	0.189	63	87	67
<i>Populus tremula</i>	51-60	0.197	47	73	33
<i>Athyrium filix-femina</i>	51-60	0.208	0	20	0
<i>Rubus saxatilis</i>	51-60	0.264	79	73	33
<i>Oxalis acetosella</i>	51-60	0.270	5	20	0
<i>Neottia nidus-avis</i>	51-60	0.272	16	27	0
<i>Carex nigra</i>	51-60	0.308	0	13	0
<i>Potentilla palustis</i>	51-60	0.308	0	13	0
<i>Crepis paludosa</i>	51-60	0.308	0	13	0
<i>Vaccinium myrtillus</i>	51-60	0.308	0	13	0
<i>Padus avium</i>	51-60	0.312	26	33	0
<i>Daphne mezereum</i>	51-60	0.313	0	13	0
<i>Trientalis europaea</i>	51-60	0.317	0	13	0
<i>Filipendula ulmaria</i>	51-60	0.385	11	20	0
<i>Milium effusum</i>	51-60	0.446	5	13	0
<i>Ranunculus repens</i>	51-60	0.451	5	13	0
<i>Paris quadrifolia</i>	51-60	0.454	26	33	33
<i>Ribes alpinum</i>	51-60	0.456	5	13	0
<i>Melica nutans</i>	51-60	0.464	37	33	0
<i>Aegopodium podagraria</i>	51-60	0.473	0	7	0
<i>Grossularia reclinata</i>	51-60	0.484	0	7	0
<i>Hepatica nobilis</i>	51-60	0.484	0	7	0
<i>Quercus robur</i>	51-60	0.486	0	7	0
<i>Clinopodium vulgare</i>	51-60	0.488	0	7	0
<i>Ulmus glabra</i>	51-60	0.489	0	7	0
<i>Carex globularis</i>	51-60	0.492	0	7	0
<i>Salix phylicifolia</i>	51-60	0.493	42	67	33
<i>Antennaria dioica</i>	51-60	0.494	0	7	0
<i>Dactylorhiza fuchsii</i>	51-60	0.494	0	7	0
<i>Luzula multiflora</i>	51-60	0.494	0	7	0
<i>Polygala amarella</i>	51-60	0.494	0	7	0
<i>Trifolium aureum</i>	51-60	0.494	0	7	0
<i>Eupatorium cannabinum</i>	51-60	0.502	5	20	0
<i>Carex digitata</i>	51-60	0.523	47	60	33
<i>Cirsium arvense</i>	51-60	0.612	32	33	0
<i>Cirsium oleraceum</i>	51-60	0.629	42	40	0
<i>Ribes rubrum</i>	51-60	0.674	5	13	0
<i>Tussilago farfara</i>	51-60	0.715	79	93	100
<i>Rubus idaeus</i>	51-60	0.725	32	33	0
<i>Salix myrtilloides</i>	51-60	0.731	11	13	0
<i>Pinus sylvestris</i>	51-60	0.759	100	100	100
<i>Populus tremula</i>	51-60	0.780	5	13	0
<i>Juniperus communis</i>	51-60	0.785	5	7	0
<i>Anemone nemorosa</i>	51-60	0.789	26	27	0
<i>Actaea spicata</i>	51-60	0.795	16	27	0

Taimeliik	Max VR	p	Vanuserühm, aastad		
			>50	51-60	61-70
<i>Rhamnus catharticus</i>	51-60	0.829	21	27	33
<i>Dryopteris filix-mas</i>	51-60	0.920	11	7	0
<i>Cypripedium calceolus</i>	51-60	0.925	16	40	33
<i>Calamagrostis canescens</i>	51-60	0.946	5	20	0
<i>Carex vaginata</i>	51-60	1.000	5	7	0
<i>Geum urbanum</i>	51-60	1.000	5	7	0
<i>Gymnocarpium dryopteris</i>	51-60	1.000	5	7	0
<i>Caragana arborescens</i>	61-70	0.017	5	13	67
<i>Orchis militaris</i>	61-70	0.028	11	7	67
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	61-70	0.046	0	33	67
<i>Listera ovata</i>	61-70	0.053	21	40	67
<i>Corylus avellana</i>	61-70	0.078	11	0	33
<i>Festuca ovina</i>	61-70	0.079	0	0	33
<i>Larix decidua</i>	61-70	0.083	0	7	33
<i>Salix caprea</i>	61-70	0.160	0	7	33
<i>Viburnum opulus</i>	61-70	0.260	16	7	33
<i>Maianthemum bifolium</i>	61-70	0.283	5	0	33
<i>Calamagrostis epigeios</i>	61-70	0.399	53	80	100
<i>Pinus sylvestris</i>	61-70	0.449	5	20	33
<i>Picea abies</i>	61-70	0.465	74	80	100
<i>Chimaphila umbellata</i>	61-70	0.569	0	7	33
<i>Epipactis atrorubens</i>	61-70	0.811	11	27	33
<i>Ranunculus acris</i>	61-70	0.891	11	20	33
<i>Pilosella praealta</i>	61-70	0.958	16	27	33

Kaasikud

Kaasikute liigilise koosseisu muutumist saab tuvastada läbi nelja vanuserühma, sest nende seas on piisavalt ka vanemaid kui 70-aastaseid metsi. Kaasikute puhul ilmneb, et nooremad kui 50-aastased puistud erinevad kõigist vanematest metsadest oma liigilise koosseisu poolest oluliselt (tabel 7), sama on täheldatav 51-60-aastaste ja 61-70-aastaste ning 51-60-aastaste ja vanemate kui 70-aastaste puistute vahel. Liigilise koosseisu erinevus muutub mitteoluliseks 61-70-aastaste ja vanemate kui 70-aastaste kaasikute vahel, mis kinnitab, **et 61-70-aastastes kaasikutes on välja kujunenud vanadele metsadele omane liigiline koosseis.**

Tabel 7. Vanuse järgi rühmitatud kaasikute liigilise koosseisu sarnasus mitmese vastuse permutatsioonitesti põhjal. Tähistused: A – A-kriteerium, T – T-kriteerium, p – olulisustõenäosus.

Võrreldavad vanuserühmad	T	A	p
<50 ↔ 51-60	-1.860	0.015	0.048
<50 ↔ 61-70	-7.021	0.050	<0.001
<50 ↔ >70	-5.765	0.044	<0.001
51-60 ↔ 61-70	-3.608	0.056	0.005
51-60 ↔ >70	-2.875	0.051	0.009
61-70 ↔ >70	0.321	-0.003	0.589

Liigirikkus on kaasikute võrreldavates vanuserühmades üsnagi samal tasemel, selle mõningast suurenemist võib täheldada kuni 61-70 aastaseks saamiseni, vanemates kui 70-aastastes puistutes on liikide koguarv veidi väiksem (tabel 8). Ent silmas pidades liikide arvu keskväärtuste standardhälbeid, võib siin tegemist olla ka lihtsalt juhuslikkusega.

Tabel 8. Vanuse järgi rühmitatud kaasikute taimeliikide koguarv (N), ühtluskoeffitsient (E) ja Shannon-Wieneri liigilise mitmekesisuse koeffitsient (H).

Vanuserühm	N	E	H
Kaasik >50 aastane	28±4	0.80±0.04	2.66±0.22
Kaasik 51-60 aastane	29±4	0.81±0.02	2.72±0.05
Kaasik 61-70 aastane	31±8	0.81±0.06	2.76±0.35
Kaasik <70 aastane	27±5	0.82±0.03	2.67±0.15

Vanuse suurenedes, 51-60-aastastes kaasikutes on märgatav põõsarindesse hariliku kuslapuu (*Lonicera xylosteum*), tuhkru paju (*Salix cinerea*), hariliku näsiniine (*Daphne mezereum*) ja hariliku toominga (*Padus avium*), puurinde järelkasvu liikide hariliku saare (*Fraxinus excelsior*), halli lepa (*Alnus incana*) ja euroopa lehise (*Larix decidua*) ilmumine või nende ohtruse suurenemine (tabel 9). Veel vanemates, 61-70-aastastes kaasikutes kasvab juba ka sangleppa (*Alnus glutinosa*), samuti mustikat (*Vaccinium myrtillus*) ja pohla (*Vaccinium vitis-idaea*), mets-kurereha (*Geranium sylvaticum*), mitmeid salumetsade liike – naistesõnajalg (*Athyrium filix-femina*), võsakannikene (*Viola riviniana*), metstulikas (*Ranunculus cassubicus*), võsaülane (*Anemone nemorosa*) jt. Vanemates kui 70-aastastes kaasikutes lisandub siiski veel mitmeid liike: puurinde järelkasvu harilik tamm (*Quercus robur*), rohurindesse mitmed märkimisväärsed nemoraalsed liigid – metstarn (*Carex sylvatica*), harilik kopsurohi (*Pulmonaria obscura*), salu-tähtheim (*Stellaria nemorum*), püsig-seljarohi (*Mercurialis perennis*).

Tabel 9. Vanuse järgi rühmitatud kaasikute indikaatorliigid ja nende suhteline sagedus vanuserühmades. Tähistused: Max VR – vanuserühm, milles liigi indikaatorväärtus on maksimaalne, p – olulisustõenäosus, T – puurinde liik.

Taimeliik	Max VR	p	Vanuserühm, aastad			
			<50	51-60	61-70	>70
<i>Tussilago farfara</i>	>50	<0.001	87	25	17	0
<i>Eupatorium cannabinum</i>	>50	0.025	53	0	0	0
<i>Calamagrostis epigeios</i>	>50	0.027	73	25	0	0
<i>Pyrola rotundifolia</i>	>50	0.031	47	0	0	0
<i>Lysimachia vulgaris</i>	>50	0.065	40	0	0	0
<i>Melica nutans</i>	>50	0.107	33	0	0	0
<i>Pinus sylvestris</i> T	>50	0.146	87	100	50	80
<i>Salix phylicifolia</i>	>50	0.160	47	25	0	0
<i>Potentilla erecta</i>	>50	0.162	33	0	0	0
<i>Deschampsia cespitosa</i>	>50	0.219	60	50	17	20
<i>Pimpinella saxifraga</i>	>50	0.221	27	0	0	0
<i>Epilobium montanum</i>	>50	0.291	20	0	0	0
<i>Neottia nidus-avis</i>	>50	0.296	20	0	0	0
<i>Cirsium arvense</i>	>50	0.299	20	0	0	0
<i>Rubus idaeus</i>	>50	0.315	60	75	50	20
<i>Salix myrsinifolia</i>	>50	0.387	53	50	0	0
<i>Cypripedium calceolus</i>	>50	0.419	53	50	17	60
<i>Orchis militaris</i>	>50	0.516	20	0	17	0
<i>Pinus sylvestris</i>	>50	0.607	47	25	0	0
<i>Tanacetum vulgare</i>	>50	0.720	13	0	0	0
<i>Rosa</i> sp.	>50	0.722	13	0	0	0
<i>Valeriana officinalis</i>	>50	0.722	13	0	0	0
<i>Elymus repens</i>	>50	0.723	13	0	0	0

Taimeliik	Max VR	p	Vanuserühm, aastad			
			<50	51-60	61-70	>70
<i>Solidago virgaurea</i>	>50	0.725	73	75	50	20
<i>Veronica officinalis</i>	>50	0.729	13	0	0	0
<i>Epipactis atrorubens</i>	>50	0.732	13	0	0	0
<i>Dactylis glomerata</i>	>50	0.741	13	0	0	0
<i>Galium album</i>	>50	0.752	20	0	17	0
<i>Frangula alnus</i>	>50	0.792	93	50	83	60
<i>Epipactis helleborine</i>	>50	0.831	13	0	0	20
<i>Vicia sepium</i>	>50	0.856	20	50	17	0
<i>Leucanthemum vulgare</i>	>50	0.866	27	25	17	0
<i>Larix decidua</i>	>50	1.000	7	0	0	0
<i>Viburnum opulus</i>	>50	1.000	7	0	0	0
<i>Aegopodium podagraria</i>	>50	1.000	7	0	0	0
<i>Artemisia vulgaris</i>	>50	1.000	7	0	0	0
<i>Carex vaginata</i>	>50	1.000	7	0	0	0
<i>Dactylorhiza incarnata</i>	>50	1.000	7	0	0	0
<i>Lathyrus vernus</i>	>50	1.000	7	0	0	0
<i>Pilosella praealta</i>	>50	1.000	7	0	0	0
<i>Veronica chamaedrys</i>	>50	1.000	7	0	0	0
<i>Lonicera xylosteum</i>	51-60	0.001	7	100	17	40
<i>Fragaria vesca</i>	51-60	0.021	93	100	67	80
<i>Sorbus aucuparia</i>	51-60	0.038	73	100	50	40
<i>Maianthemum bifolium</i>	51-60	0.068	7	50	17	0
<i>Betula pendula</i>	51-60	0.122	80	75	33	0
<i>Salix cinerea</i>	51-60	0.131	0	25	0	0
<i>Fraxinus excelsior</i> T	51-60	0.136	0	25	0	0
<i>Larix decidua</i> T	51-60	0.136	0	25	0	0
<i>Carex hirta</i>	51-60	0.136	0	25	0	0
<i>Equisetum hyemale</i>	51-60	0.136	0	25	0	0
<i>Salix caprea</i> T	51-60	0.198	20	50	17	0
<i>Ribes rubrum</i>	51-60	0.208	7	25	0	0
<i>Calamagrostis canescens</i>	51-60	0.228	0	50	33	40
<i>Rubus saxatilis</i>	51-60	0.231	73	100	50	60
<i>Calamagrostis arundinacea</i>	51-60	0.262	53	75	100	40
<i>Epilobium angustifolium</i>	51-60	0.267	67	100	33	40
<i>Milium effusum</i>	51-60	0.330	20	25	0	0
<i>Acer platanoides</i>	51-60	0.330	13	50	33	20
<i>Salix myrtilloides</i>	51-60	0.344	7	25	0	0
<i>Populus tremula</i>	51-60	0.370	53	50	50	20
<i>Ramischia secunda</i>	51-60	0.432	47	50	17	20
<i>Urtica dioica</i>	51-60	0.449	0	50	33	40
<i>Populus balsamifera</i> T	51-60	0.493	13	25	0	0
<i>Carex digitata</i>	51-60	0.589	47	50	50	60
<i>Viola mirabilis</i>	51-60	0.600	20	50	0	40
<i>Dryopteris expansa</i>	51-60	0.695	0	25	33	20
<i>Betula pendula</i> T	51-60	0.703	93	100	100	100
<i>Geranium robertianum</i>	51-60	0.819	7	25	0	0

Taimeliik	Max VR	p	Vanuserühm, aastad			
			<50	51-60	61-70	>70
<i>Taraxacum officinale</i> (coll.)	51-60	0.961	47	50	33	40
<i>Oxalis acetosella</i>	61-70	0.006	7	25	83	40
<i>Fraxinus excelsior</i>	61-70	0.009	0	0	50	0
<i>Alnus glutinosa</i> T	61-70	0.013	0	0	67	40
<i>Crepis paludosa</i>	61-70	0.044	7	25	50	0
<i>Populus tremula</i> T	61-70	0.084	7	25	83	60
<i>Picea abies</i> T	61-70	0.103	27	50	83	80
<i>Daphne mezereum</i>	61-70	0.129	0	25	33	0
<i>Filipendula ulmaria</i>	61-70	0.131	20	25	67	40
<i>Vaccinium myrtillus</i>	61-70	0.145	0	0	33	20
<i>Trientalis europaea</i>	61-70	0.168	7	0	33	20
<i>Dryopteris carthusiana</i>	61-70	0.213	7	25	50	60
<i>Equisetum sylvaticum</i>	61-70	0.240	7	25	33	0
<i>Phragmites australis</i>	61-70	0.245	27	25	50	0
<i>Athyrium filix-femina</i>	61-70	0.357	7	0	33	20
<i>Hepatica nobilis</i>	61-70	0.426	7	0	17	0
<i>Anthriscus sylvestris</i>	61-70	0.433	7	25	50	40
<i>Hieracium umbellatum</i>	61-70	0.477	47	25	33	0
<i>Listera ovata</i>	61-70	0.484	0	0	17	0
<i>Polygala amarella</i>	61-70	0.484	0	0	17	0
<i>Tilia cordata</i>	61-70	0.497	0	0	17	0
<i>Stellaria holostea</i>	61-70	0.497	0	0	17	0
<i>Carex globularis</i>	61-70	0.502	0	0	17	0
<i>Carex nigra</i>	61-70	0.502	0	0	17	0
<i>Comarum palustre</i>	61-70	0.502	0	0	17	0
<i>Convallaria majalis</i>	61-70	0.541	47	25	67	60
<i>Ranunculus repens</i>	61-70	0.560	0	50	33	40
<i>Gymnocarpium dryopteris</i>	61-70	0.613	0	25	17	20
<i>Cirsium oleraceum</i>	61-70	0.635	33	75	50	40
<i>Picea abies</i>	61-70	0.698	67	50	83	60
<i>Viola riviniana</i>	61-70	0.819	7	0	33	60
<i>Equisetum pratense</i>	61-70	0.931	20	25	17	0
<i>Salix caprea</i>	61-70	0.932	7	0	17	0
<i>Corylus avellana</i>	61-70	0.932	7	0	17	0
<i>Trifolium aureum</i>	61-70	0.941	7	0	17	0
<i>Anemone nemorosa</i>	<70	0.013	7	0	67	80
<i>Tilia cordata</i> T	<70	0.016	13	0	0	60
<i>Dryopteris filix-mas</i>	<70	0.020	7	0	17	60
<i>Paris quadrifolia</i>	<70	0.074	13	50	67	80
<i>Padus avium</i>	<70	0.077	13	75	67	80
<i>Ribes alpinum</i>	<70	0.118	7	0	17	40
<i>Alnus incana</i>	<70	0.213	13	25	0	40
<i>Carex sylvatica</i>	<70	0.269	7	0	0	20
<i>Quercus robur</i>	<70	0.292	0	0	0	20
<i>Chelidonium majus</i>	<70	0.298	0	0	0	20
<i>Pulmonaria obscura</i>	<70	0.298	0	0	0	20

Taimeliik	Max VR	p	Vanuserühm, aastad			
			<50	51-60	61-70	>70
<i>Stellaria nemorum</i>	<70	0.298	0	0	0	20
<i>Iris pseudacorus</i>	<70	0.298	0	0	0	20
<i>Mercurialis perennis</i>	<70	0.302	0	0	0	20
<i>Lathyrus pratensis</i>	<70	0.311	0	0	0	20
<i>Ranunculus cassubicus</i>	<70	0.317	0	0	17	20
<i>Mycelis muralis</i>	<70	0.333	53	100	100	100
<i>Agrostis capillaris</i>	<70	0.374	20	0	17	40
<i>Actaea spicata</i>	<70	0.399	13	0	50	40
<i>Ranunculus acris</i>	<70	0.442	7	0	33	20
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	<70	0.481	0	0	33	20
<i>Geum rivale</i>	<70	0.578	13	0	17	20
<i>Juniperus communis</i>	<70	0.701	13	0	0	20
<i>Rhamnus catharticus</i>	<70	0.752	20	50	0	20
<i>Angelica sylvestris</i>	<70	0.798	40	25	50	40
<i>Geranium sylvaticum</i>	<70	1.000	0	0	17	20
<i>Luzula pilosa</i>	<70	1.000	7	0	17	20
<i>Melampyrum sylvatica</i>	<70	1.000	0	0	17	20

Nooremates kaasikutes on olulisteks indikaatorliikideks eeskätt metsastamata puistan-gutes domineerivad paiseleht (*Tussilago farfara*) ja jäneskastik (*Calamagrostis epigeios*), aga ka metsade liik ümaralehine uibuleht (*Pyrola rotundifolia*) ja niisketes lohkudes kasvav harilik vesikanep (*Eupatorium cannabinum*). Vaid nendes metsades registreeriti samuti longus helmika (*Melica nutans*), tedremarana (*Potentilla erecta*), hariliku näära (*Pimpinella saxifraga*), mägi-pajulille (*Epilobium montanum*), pruunika pesajuure (*Neottia nidus-avis*), põldohaka (*Cirsium arvense*), hariliku soolikarohu (*Tanacetum vulgare*), hariliku palderjani (*Valeriana officinalis*), tumepunase neiuvaiba (*Epipactis atrorubens*), hariliku orasheina (*Elymus repens*) jt. taimeliikide esinemine.

Kui võrrelda vanemate kui 70-aastaste kaasikute liigilist koosseisu spontaanselt kasva-nud kase domineerimisega metsade omaga, siis MRPP-testi olulisustõenäosus on usaldatav pii-ripealselt ($p = 0.046$, $T = -1.907$, $A = 0.022$), mis tähendab, et nende metsade liigilise koosseisu erinevus on statistilise hinnangu kohaselt marginaalselt väike. Standardhälbeid arvestades on üsna sarnased ka siin käsitletavate koosluserühmade taimeliikide koguarvud, koosluste ühtlus-koefitsiendid ja liigilise mitmekesisuse koefitsiendid (tabel 10). Seega võib tõdeda, et **istutatud kaasikud peavad kasvama vähemalt 70 aastat, et nad omandaksid looduslikult kasvanud kaasikutega sarnase liigilise koosseisu.**

Tabel 10. Spontaanselt kasvanud kase domineerimisega puistute ja 70 aastast vanemate istutatud kaasikute taimeliikide koguarv (N), ühtluskoeffitsient (E) ja Shannon-Wieneri liigilise mitmekesisuse koeffitsient (H)..

Võrreldavad metsarühmad	N	E	H
Spontaanselt kasvanud kaasikud	28±8	0.80±0.04	2.64±0.28
Istutatud üle 70 aasta vanused kaasikud	30±2	0.83±0.05	2.81±0.18

Võrreldavate koosluserühmade sarnasust kinnitab ka indikaatorliikide analüüs, mille kohaselt spontaanselt kasvanud kaasikutes on statistiliselt oluliselt sagedasemaks liigiks vaid metstkastik (*Calamagrostis arundinacea*), istutatud puistutes aga roomav tulikas (*Ranunculus repens*) ja harilik angervaks (*Filipendula ulmaria*) (tabel 11). Siiski tuleb tabulaarsel võrdlemisel ilmsiks terve rida väiksema suhtelise sagedusega liike, mis registreeriti vaid emmas-kummas võrreldavate metsade rühmas. Osaliselt võib niisugune tulemus olla seletatav analüüsitud valimite väiksusega (võrreldavate koosluste vähese arvuga) ja sellest tingitud juhuslikkuse mõjuga.

Tabel 11. Spontaanselt kasvanud metsade (S) ja istutatud enam kui 70-aastaste kaasikute (I) indikaatorliigid ja nende suhteline sagedus võrreldavates koosluserühmades. Tähistused: Max R – koosluserühm milles liigi indikaatorväärtus on maksimaalne, p – olulisustõenäosus, T – puurinde liik.

Taimeliik	Max R	p	Metsad	
			S	I
<i>Calamagrostis arundinacea</i>	S	0.034	100	40
<i>Acer platanoides</i>	S	0.061	67	0
<i>Epilobium angustifolium</i>	S	0.063	67	0
<i>Rubus saxatilis</i>	S	0.071	83	40
<i>Convallaria majalis</i>	S	0.112	83	40
<i>Ribes alpinum</i>	S	0.188	50	0
<i>Solidago virgaurea</i>	S	0.188	50	0
<i>Sorbus aucuparia</i>	S	0.290	67	40
<i>Vaccinium myrtillus</i>	S	0.341	50	20
<i>Populus tremula</i>	S	0.418	50	20
<i>Geranium sylvaticum</i>	S	0.448	33	0
<i>Melampyrum sylvatica</i>	S	0.448	33	0
<i>Ramischia secunda</i>	S	0.448	33	0
<i>Lathyrus vernus</i>	S	0.450	33	0
<i>Deschampsia cespitosa</i>	S	0.451	33	0
<i>Tilia cordata</i>	S	0.452	33	0
<i>Hepatica nobilis</i>	S	0.454	33	0
<i>Hieracium umbellatum</i>	S	0.456	33	0

Taimeliik	Max R	p	Metsad	
			S	I
<i>Taraxacum officinale</i> (coll.)	S	0.471	50	20
<i>Anthriscus sylvestris</i>	S	0.554	50	20
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	S	0.722	33	20
<i>Rubus idaeus</i>	S	0.722	33	20
<i>Lonicera xylosteum</i>	S	0.725	33	20
<i>Trientalis europaea</i>	S	0.738	33	20
<i>Pinus sylvestris</i> T	S	0.817	67	80
<i>Betula pendula</i>	S	1.000	17	0
<i>Corylus avellana</i>	S	1.000	17	0
<i>Daphne mezereum</i>	S	1.000	17	0
<i>Equisetum pratense</i>	S	1.000	17	0
<i>Equisetum sylvatica</i>	S	1.000	17	20
<i>Juniperus communis</i>	S	1.000	17	0
<i>Luzula multiflora</i>	S	1.000	17	0
<i>Orchis militaris</i>	S	1.000	17	0
<i>Polygala amarella</i>	S	1.000	17	0
<i>Pulmonaria obscura</i>	S	1.000	17	20
<i>Quercus robur</i>	S	1.000	17	0
<i>Salix caprea</i>	S	1.000	17	0
<i>Salix caprea</i> T	S	1.000	17	0
<i>Stellaria holostea</i>	S	1.000	17	0
<i>Trifolium aureum</i>	S	1.000	17	0
<i>Tussilago farfara</i>	S	1.000	17	0
<i>Vicia sepium</i>	S	1.000	17	0
<i>Viola mirabilis</i>	S	1.000	33	20
<i>Ranunculus repens</i>	I	0.015	0	80
<i>Filipendula ulmaria</i>	I	0.041	17	80
<i>Alnus glutinosa</i> T	I	0.059	17	80
<i>Padus avium</i>	I	0.059	33	100
<i>Cirsium oleraceum</i>	I	0.077	17	80
<i>Fragaria vesca</i>	I	0.104	50	100
<i>Athyrium filix-femina</i>	I	0.110	17	60
<i>Mycelis muralis</i>	I	0.124	100	100
<i>Tilia cordata</i> T	I	0.152	17	60
<i>Alnus incana</i>	I	0.187	0	40
<i>Urtica dioica</i>	I	0.257	33	60
<i>Dryopteris carthusiana</i>	I	0.258	33	60
<i>Frangula alnus</i>	I	0.323	50	80
<i>Paris quadrifolia</i>	I	0.344	50	80
<i>Calamagrostis canescens</i>	I	0.354	17	60
<i>Picea abies</i>	I	0.386	67	80
<i>Dryopteris expansa</i>	I	0.417	17	40
<i>Listera ovata</i>	I	0.441	0	20
<i>Maianthemum bifolium</i>	I	0.441	0	20
<i>Chelidonium majus</i>	I	0.448	0	20
<i>Stellaria nemorum</i>	I	0.448	0	20

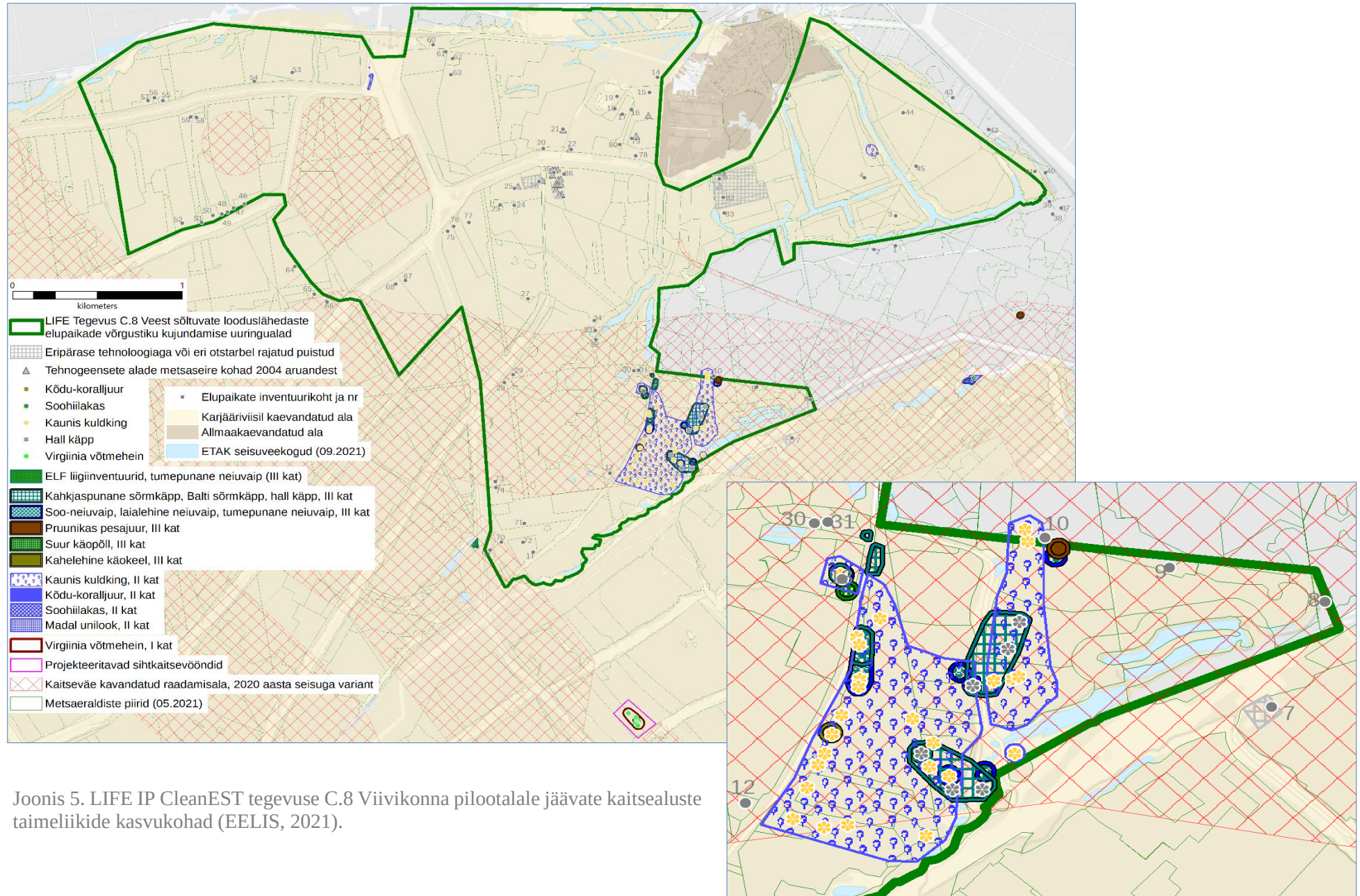
Taimeliik	Max R	p	Metsad	
			S	I
<i>Carex sylvatica</i>	I	0.461	0	20
<i>Epipactis helleborine</i>	I	0.461	0	20
<i>Iris pseudacorus</i>	I	0.461	0	20
<i>Mercurialis perennis</i>	I	0.469	0	20
<i>Ranunculus cassubicus</i>	I	0.469	0	20
<i>Rhamnus catharticus</i>	I	0.469	0	20
<i>Carex globularis</i>	I	0.471	0	20
<i>Carex nigra</i>	I	0.471	0	20
<i>Comarum palustre</i>	I	0.471	0	20
<i>Galium album</i>	I	0.471	0	20
<i>Anemone nemorosa</i>	I	0.482	67	80
<i>Agrostis capillaris</i>	I	0.547	17	40
<i>Carex digitata</i>	I	0.564	50	60
<i>Gymnocarpium dryopteris</i>	I	0.578	17	40
<i>Oxalis acetosella</i>	I	0.611	50	80
<i>Angelica sylvestris</i>	I	0.626	50	60
<i>Actaea spicata</i>	I	0.644	33	40
<i>Crepis paludosa</i>	I	0.665	33	40
<i>Phragmites australis</i>	I	0.692	17	40
<i>Fraxinus excelsior</i>	I	0.722	17	20
<i>Geum rivale</i>	I	0.729	17	20
<i>Ranunculus acris</i>	I	0.883	33	20
<i>Populus tremula</i> T	I	0.919	67	80
<i>Betula pendula</i> T	I	0.921	100	100
<i>Picea abies</i> T	I	0.946	67	100
<i>Cypripedium calceolus</i>	I	1.000	33	40
<i>Dryopteris filix-mas</i>	I	1.000	33	40
<i>Luzula pilosa</i>	I	1.000	17	20
<i>Viola riviniana</i>	I	1.000	17	60

Kaitsealused taimeliigid.

Kaitsealuseid taimi Kaitsevää kavandatud Sirgala harjutusväljakul ja selle laienemise alal inventeeriti 2020. ja 2021. a. OÜ Metsamutt poolt (Palo, 2020, 2021). Seepärast piirdume siinkohal väljavõttega nende uuringute tulemustest, mis käsitlevad kaitsealuste taimede leiukohti LIFE IP CleanEST C.8 Viivikonna pilootalal.

Kaitsealustes teise kategooria taimeliikidest kasvab pilootalal kaunis kuldking (*Cypripedium calceolus*), soohiilaks (*Liparis loeselii*), kõdu-koralljuur (*Corallorhiza trifida*) ja madal unilook (*Sisymbrium supinum*). Kolmanda kaitsekategooria taimeliikidest on tuvastatud kahkjaspunase sõrmkäpa (*Dactylorhiza incarnata*), balti sõrmkäpa (*Dactylorhiza Baltica*), halli käpa (*Orchis militaris*), kahelehise käokeele (*Plantanthera bifolia*), soo-neiuvaiba (*Epipactis palustris*) ja pruunika pesajuure (*Neottia nidus-avis*) esinemine. Pilootalast veidi lõuna poole jääb esimese kaitsekategooria taimeliigi virgiinia võtmeheina (*Botrychium virginianum*) kasvukoht (joon. 5).

Erakordne on pilootala kaguossa jääv kompaktne sadu kauni kuldkinga isendeid hõlmav kasvukoht ning kus lisaks temale kasvab arvukalt ka teisi kaitsealuseid liike. Tähelepanu tuleb siinjuures juhtida ka töigale, et see kasvukoht jääb raadamiseks kavandatud ala piiresse (joon. 5, paremal all on suurendus).

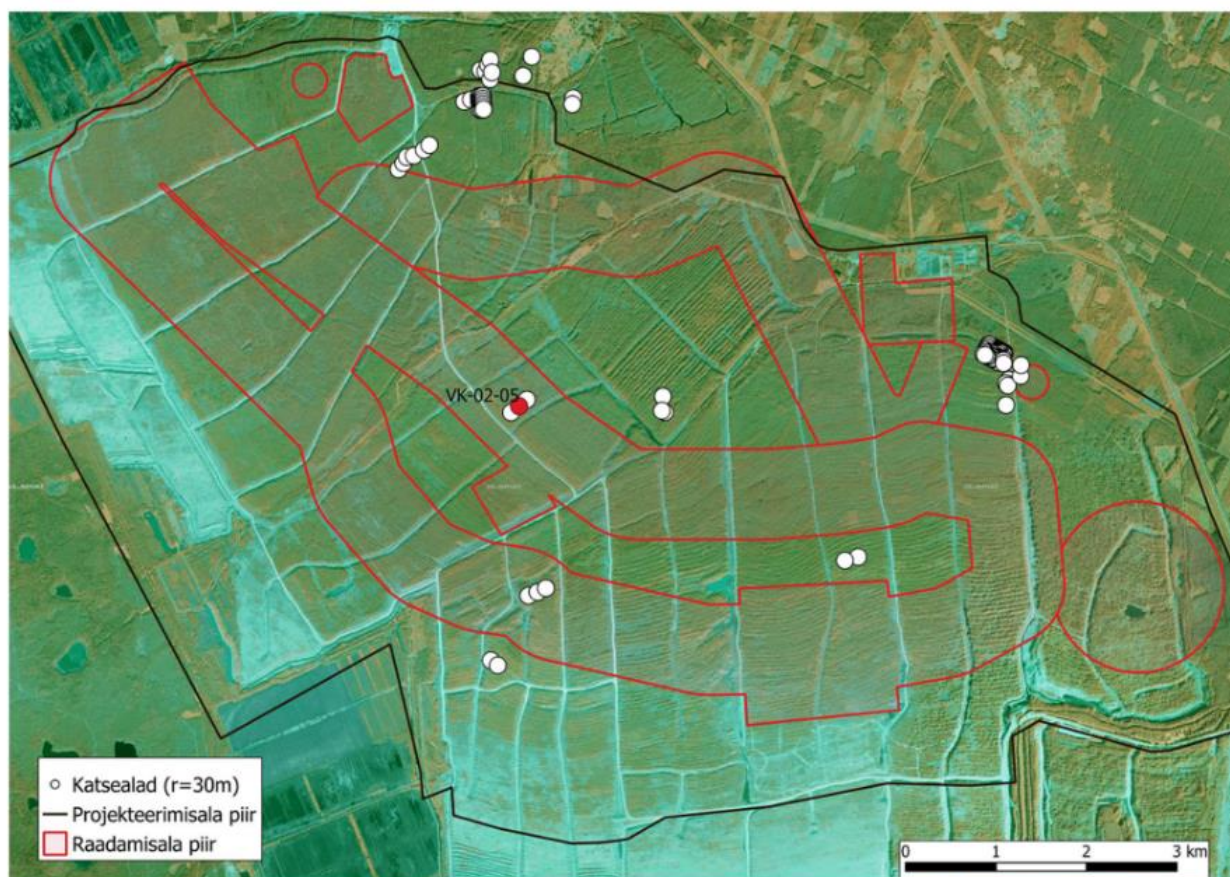


Joonis 5. LIFE IP CleanEST tegevuse C.8 Viivikonna pilootalale jäävate kaitsealuste taimeliikide kasvukohad (EELIS, 2021).

Metsa püsikatsealad Sirgala ja Viivikonna piirkonnas.

EMÜ metsandusliku modelleerimise professori A.Kiviste poolt on Riigi Kaitseinvesteeringute Keskust korduvalt kirjalikult informeeritud Sirgala harjutusväljakule jäävatest metsanduslikest püsikatsealadest, mis on rajatud eesmärgiga uurimaks erinevate puuliikide kasvamise võimalusi endiste põlevkivikarjäärade ekstreemsetes tingimustes. Nendel katsealadel on enam kui 50 aasta jooksul jälgitud nii puurinde, kui ka muu taimestiku ja mullastikku arengut ning taastumist; see on suure väärtusega kordumatu teaduslik investeering.

Planeeritavale Sirgala harjutusväljaku laiendusale jääb 37 metsakatseala, mis paiknevad seitsmes grupis (joon. 6). Neil kõigil toimub jätkuvalt regulaarne mõõtmine/andmete kogumine. Endiste põlevkivikarjäärade metsastamine on Eesti edulugu ja pikaajaliselt mõõdetud metsakatsealad pakuvad rahvusvahelises metsateaduses suurt huvi. Neid katsealasid on korduvalt demonstreeritud ka teiste riikide teadlastele rahvusvaheliste teaduskonverentside ekskursioonide käigus.



Joonis 6. Metsa püsikatsealade paiknemine Sirgala harjutusväljaku ja selle laiendamise alal (Kutsar, Ruul, 2020).

Viivikonna LIFE IP CleanEST C.8 pilootala linnustik

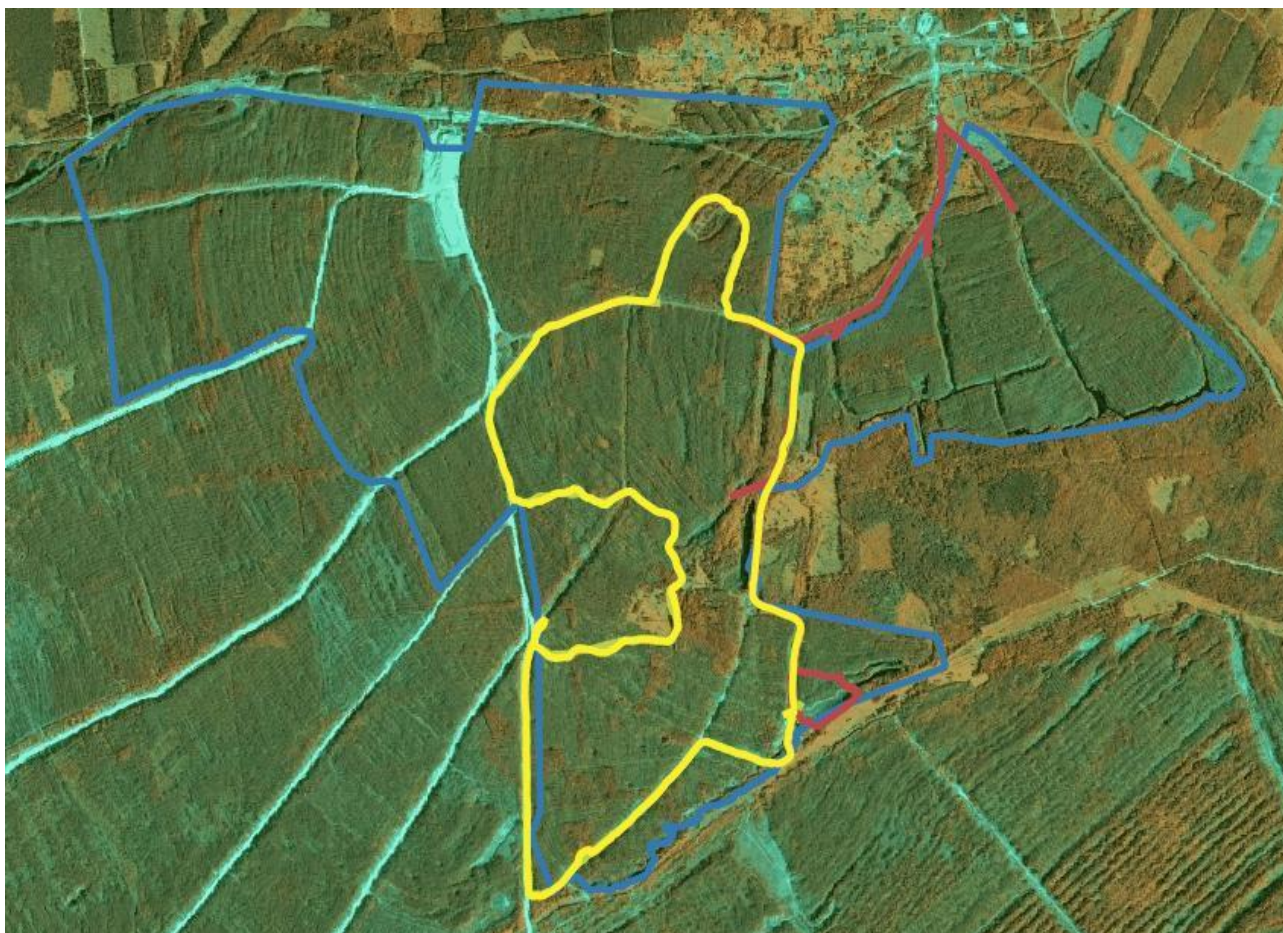
Käesoleva LIFE C.8 tegevuse raames uuriti Viivikonna pilootalal metsastamisega korrastatud karjääriosi, arvestades seejuures ka Kaitseväe Sirgala harjutusväljaku võimalikku laiendamise soovi. Kaitseväe Sirgala senise harjutusväljaku mitmekordsel suurendamisel on oluline teada, milliseid loodusväärtusi ja elupaiku see hõlmaks.

Materjal ja metoodika

Enne käesolevat inventuuri on praeguse Sirgala harjutusvälja linnustikku uuritud vähemalt kolmel korral: 2005. a. seoses harjutusvälja kavandamisega (Kull & Otsus, 2005) ning 2009. a. (Marja, 2009). Nende varasemate tööde loendusala ei kattu käsitletava LIFE IP CleanEST C.8 projekti uuringualaga, selle lähikonnas puuduvad ka riikliku keskkonnaseire linnustiku seirealad. 2020. a. teostati OÜ Xenus' e poolt Sirgala harjutusvälja laiendusega kaasneva mõju hindamiseks kaitsekorralduslikult oluliste haudelinnuliikide inventuur, mis osaliselt kattus ka LIFE IP CleanEST C.8 tegevuse uuringualaga.

Käesoleva inventuuri loendused toimusid aprillis ja mais 2021. a. Haudelinnustiku kvalitatiivse (= liigilise) koostise hindamiseks kasutati määratlemata ribalaiusega transektloendust, mille käigus registreeriti kõik territoriaalsed linnuliigid. Loendamine viidi läbi kahel korral (28.04. ja 25.05.), et paremini katta pesitsusfenoloogilist perioodi. Transekti pikkus oli ca 10 km ja loenduse ajas kordamise lihtsustamiseks jälgis see eelkõige olemasolevaid teid ja radu, vähemal määral raskemini läbitavat radadeta metsamaastikku. Osaliselt liiguti uuringualana piiritletud polügooni piiril, mistõttu jäi osa puistuliikide territoorium uuringuala servale (joon. 7). Ühtlase metsamaastiku puhul see haudelinnustiku üldpilti oluliselt ei mõjuta. Andmete analüüsil kasutati iga liigi puhul kahe loenduse maksimaalset loendustulemust.

Lisaks kontrolliti uuringualal leiduvaid ja ligipääsetavaid märgalasid, et saada ülevaade veekogude haudelinnustikust. Suur osa veega täitunud tranšeedest olid raskesti läbitavad ja kõrge/tihe taimestik takistas vaatlusi, seetõttu ei olnud tegemist märgalade lauskaardistusega. Ala idaosas olevatel tranšeeanalitel jäid mõned veelinnud arvatavasti registreerimata.



Joonis 7. Linnustiku transektloenduse rada (märgitud sinise joonega) ja juhuvaatluste rajad (märgitud kollase ja punase joonega) projekti pilootalal.

Kuna pilootalal puuduvad veelindudele olulised rändepeatuskohad ja rändeteede koon-
dumist (nn. “pudelikaelu”) siin ei esine, siis läbirände seisukohalt uurimisalal suuremat ornito-
loogilist väärtust ei ole. Seetõttu registreeriti läbirändel olevad linnuliigid juhuvaatlustena. Al-
gandmed on sisestatud PlutoF andmebaasi (https://elurikkus.ee/generic-hub/occurrences/search?lang=et&q=*&fq=basis_of_record:%22HumanObservation%22&fq=class:%22Aves%22&fq=country:Estonia&sort=occurrence_date&dir=desc&pageSize=100#records).

Tulemused.

Uuringuala katab suhteliselt noor või keskealine männik, vähemal määral leidub aru-
kaske, kuuske ja teisi puuliike. Avamaastikku leidub vaid üksikute laikudena. Sellest johtuvalt
on siinseteks dominantliikideks peamiselt noorele puistule tüüpilised linnuliigid (tabel 12).

Tabel 12. Kahe transektloenduse maršruudil registreeritud linnuliikide maksimaalne arvukus. Kaitsekorralduslikult olulised liigid on märgitud paksus kirjas.

Liik	Arv	%	Liik	Arv	%
Salu-lehelind <i>Phylloscopus trochilus</i>	76	16.6	Laanepüü <i>Tetrastes bonasia</i>	3	0.7
Punarind <i>Erithacus rubecula</i>	53	11.5	Metstilder <i>Tringa ochropus</i>	3	0.7
Metsvint <i>Fringilla coelebs</i>	46	10.0	Kõrkja-roolind <i>Acrocephalus schoenobaenus</i>	2	0.4
Laulurästa <i>Turdus philomelos</i>	42	9.2	Ööbik <i>Luscinia luscinia</i>	2	0.4
Mets-lehelind <i>Phylloscopus sibilatrix</i>	39	8.5	Põhjatihane <i>Poecile montanus</i>	2	0.4
Metskiur <i>Anthus trivialis</i>	23	5.0	Leevike <i>Pyrrhula pyrrhula</i>	2	0.4
Musträsta <i>Turdus merula</i>	23	5.0	Pruunselg-põõsalind <i>Sylvia communis</i>	2	0.4
Aed-põõsalind <i>Sylvia borin</i>	20	4.4	Sinikael-part <i>Anas platyrhynchos</i>	1	0.2
Väike-lehelind <i>Phylloscopus collybita</i>	17	3.7	Ronk <i>Corvus corax</i>	1	0.2
Käblik <i>Troglodytes troglodytes</i>	14	3.1	Mustvares <i>Corvus corone</i>	1	0.2
Võsaraat <i>Prunella modularis</i>	10	2.2	Sinitihane <i>Cyanistes caeruleus</i>	1	0.2
Kägu <i>Cuculus canorus</i>	7	1.5	Valgeselg-kirjurähn <i>Dendrocopos leucotos</i>	1	0.2
Rasvatihane <i>Parus major</i>	7	1.5	Musträhn <i>Dryocopus martius</i>	1	0.2
Siisike <i>Carduelis spinus</i>	6	1.3	Rootsiitsitaja <i>Emberiza schoeniclus</i>	1	0.2
Suur-kirjurähn <i>Dendrocopos major</i>	6	1.3	Väike-kärbsenäpp <i>Ficedula parva</i>	1	0.2
Vainurästa <i>Turdus iliacus</i>	5	1.1	Tikutaja <i>Gallinago gallinago</i>	1	0.2
Hallrästa <i>Turdus pilaris</i>	5	1.1	Pasknäär <i>Garrulus glandarius</i>	1	0.2
Kaelustuvi <i>Columba palumbus</i>	4	0.9	Jõgi-ritsiklind <i>Locustella fluviatilis</i>	1	0.2
Must-kärbsenäpp <i>Ficedula hypoleuca</i>	4	0.9	Tutt-tihane <i>Lophophanes cristatus</i>	1	0.2
Hall-kärbsenäpp <i>Muscicapa striata</i>	4	0.9	Nõmmelõoke <i>Lullula arborea</i>	1	0.2
Aed-roolind <i>Acrocephalus dumetorum</i>	3	0.7	Linavästri <i>Motacilla alba</i>	1	0.7
Karmiinleevike <i>Carpodacus erythrinus</i>	3	0.7	Musttihane <i>Periparus ater</i>	1	0.7
Lepalind <i>Phoenicurus phoenicurus</i>	3	0.7	Hoburästa <i>Turdus viscivorus</i>	1	0.4
Pöialpoiss <i>Regulus regulus</i>	3	0.7			
Mustpea-põõsalind <i>Sylvia atricapilla</i>	3	0.7			

Kuna pilootalal kasvab kohati ka vanemaid lehtpuid, leiab siit samuti üksikuid suluspesitsejaid (rähnid, värbkakk, tihased) ja teisi vanema metsaga seotud liike (laanepüü). Pilootala lääneservas kohatud kanaline (teder või metsis) jäi kahjuks määramata.

Siinne elupaik sobib mõlemale liigile. Suure kaitseväärtusega liikidest väikepistrikku alal ei kohatud, kuigi tema esinemine on mitmel korral registreeritud uuringuala lähistel Sirgala harjutusväljal (Kull & Otsus, 2005; Marja, 2009; Pehlak, 2020). Ilmselt eelistab see liik avatumat maastikku.

Partlastest esinevad pilootalal sinikael-part (3 pesitsusterritooriumi, edaspidi PT), piilpart (1 PT) ja sõtkas (2 PT). Kahlajatest on uuringuala veesilmade ja kanalitega seotud vihitaja (1 PT) ja metstilder (4-6 PT). Veelindudest esineb uuringuala keskosas oleval metsalangil ka tikutaja (1 PT). Veekogudega seotud värvulistest esinevad kõrkja-roolind (1 PT) ja rootsiitsitaja (1 PT).

Öölaulikuid spetsiifilise loendusega ei kaardistatud, kuna kakuliste ja ruiklaste esineb uuringualal sobivaid elupaiku väga vähe. Juhuvaatluste käigus kohati pilootala keskosas ka ühte laulvat öösorri; biotoopide sarnasusest lähtuvalt on selle liigi asustustihedus siin analoogne Aidu ja Narva karjäärile (Paal, 2020). Kinnikasvanud tranšee kanalitel võib eeldada vaid üksiku rooruiga või täpikhuigu paari esinemist.

Päevastele röövlindudele on siinsed metsad liiga noored ja ilmselt ka toidubaas kesine. Kohati vaid ühte hiireviud, kes ilmselt oli läbirändel olev isend.

Pilootala linnustikku potentsiaalselt ohustavad tegurid.

Pilootala linnustikus I kaitsekategooria liike ei tuvastatud, kuigi kõrvaloleva Kaitseväe Sirgala harjutusvälja kaguosas on korduvalt registreeritud ohustatud väikepistriku esinemine (praegust Kaitseväe Sirgala harjutusväljaku ala käesoleva töö raames monitooringuga ei kaetud). Samuti on siin kohatud metsist, kelle mängualad jäävad kaugemale, kuid kes ilmsel kasutab seda piirkonda toitumisalana.

Müra.

Müra mõju hindamine linnustikule on keeruline ja selle kohta on vähe andmeid. Laskeharjutustest tingitud häiringu mõju uuriti põhjalikumalt 2020. a. H. Pehlaku (2020) poolt. Tulenusena tõdeti, et “lindude jaoks on häirivad pigem üksikud võimsad mürasündmused pesitsusajal, kui aasta keskmine müratase, ning kõrge müratasemega suurõppusi on Sirgala harjutusväljal toimunud ka senise tegevuse jooksul.”

2021. a. pilootalal kohatud linnuliikidest võib müra enim mõjutada laanepüüd ja piirkonnas ebaregulaarselt esinevat metsist. Teised metsaliigid võiksid olla müra suhtes vähema tundlikkusega. Müra mõju leevendamiseks tuleks laskeharjutusi lindude pesitsusajal siiski minimeerida ja kontsentreerida need võimalikult väiksele alale.

Lisaks laskeharjutustele tekitab müra ka Viivikonnast lõunasse jääval metsaalal toimuv enduro mootorrattasõit, mille sageduse ja ulatuse kohta andmed puuduvad.

Mürahäiringuks võib pidada samuti jahti, mis toimub reeglina väljaspool lindude pesitsusaega ja selle mõju on siinsele linnustikule pigem vähene.

Metsa- ja pinnasetööst lähtuv häiring.

Metsa raadamine ja lasketegevus muudavad seniseid elupaiku oluliselt. Lindude üldine liigiline mitmekesisus inimtegevusest puutumata keskkonnas järk-järgult suureneb, ent haruldaste ja tavaliste liikide osakaalu peab iga elupaiga muutumisel hindama spetsiifiliselt. Metsaraadamise ja pinnasetööde käigus kaovad küll metsalinnustiku elupaigad, kuid samas tekita-takse võimalikke uusi elupaiku avamaastiku liikidele (nt nõmmelõoke, väiketüll).

Risustamine.

Uuringuala transektil ja teid mööda liikudes kohtab äärmiselt palju ebaseaduslikult lastatud ehitusjätmeid, autodetaile, rehve ja muud prahti; seda leidub siin sadu tonne. Kohati on tekkinud lausa väikesed prügilad. Prahi seas leidub ka vanu värvijääke, õlifiltreid ja muid keskkonnaohtlikke materjale, mis võivad potentsiaalseid ohustada siinseid väikeveekogusid ja nende elustikku.

Karjäärialal olemasolevad veekogud

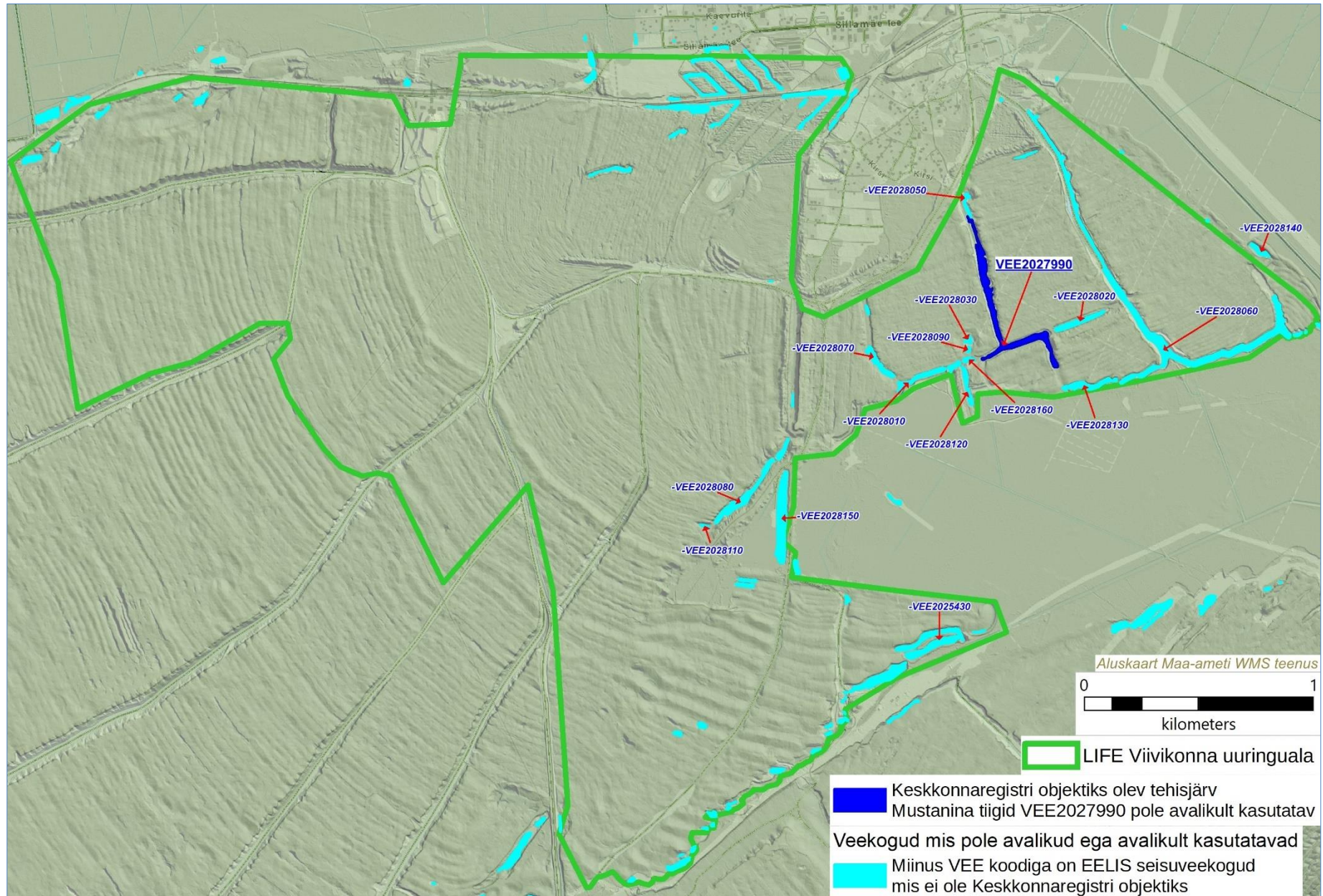
„LIFE IP CleanEST projektitegevus C.8. Kaevandatud aladel tekkinud tehisveekogude inventuuri aruande“ järgi paikneb Viivikonna pilootalal 79 ETAKis registreeritud veekogu kogupindalaga ca 19 ha (joon. 8; tabel 13).

Tabel 13. Veekogu koodiga tehisjärved Narva karjääri endise Viivikonna jaoskonna alal.

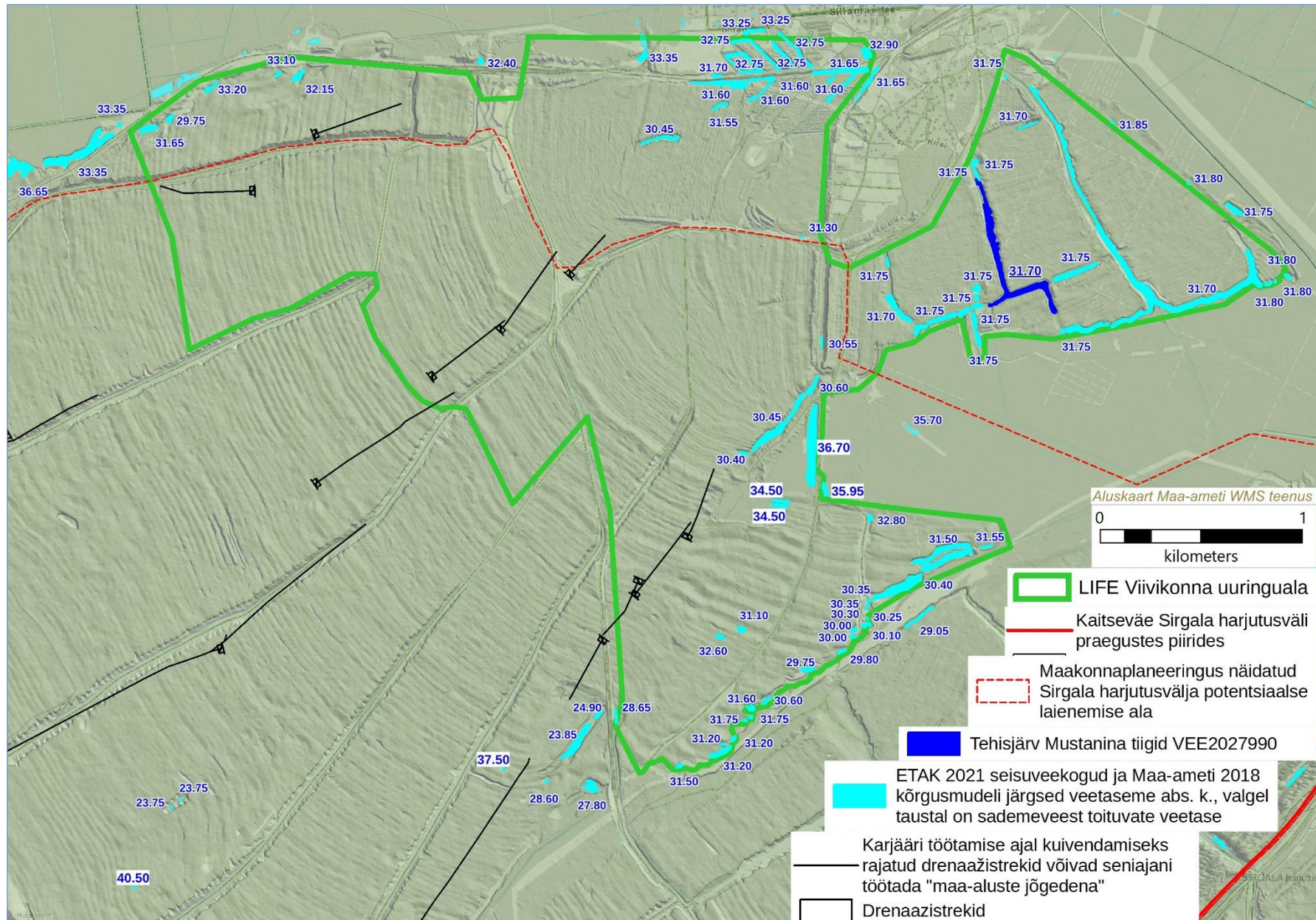
Kood	Tüüp	Pindala, ha	Nimetus Keskkonnaregistris	Seisuveekogu on Keskkonnaregistri objektiks	Avalik kasutatus
VEE2027990	Tehisjärv	2.1	Mustanina tiigid	Jah	EI
VEE2028060	Tehisjärv	4.2	(Mustanina tiigid)	EI	EI
VEE2028150	Tehisjärv	1.4	Vesiloo järv	EI	EI
VEE2025430	Tehisjärv	1.2	nimetu	EI	EI
VEE2028010	Tehisjärv	0.4	(Mustanina tiigid)	EI	EI
VEE2028020	Tehisjärv	0.4	(Mustanina tiigid)	EI	EI
VEE2028030	Tehisjärv	0.1	(Mustanina tiigid)	EI	EI
VEE2028050	Tehisjärv	0.1	(Mustanina tiigid)	EI	EI
VEE2028070	Tehisjärv	0.4	(Mustanina tiigid)	EI	EI
VEE2028080	Tehisjärv	0.8	(Mustanina tiigid)	EI	EI
VEE2028090	Tehisjärv	0.05	(Mustanina tiigid)	EI	EI
VEE2028110	Tehisjärv	0.04	(Mustanina tiigid)	EI	EI
VEE2028120	Tehisjärv	0.3	(Mustanina tiigid)	EI	EI
VEE2028130	Tehisjärv	0.5	(Mustanina tiigid)	EI	EI
VEE2028140	Tehisjärv	0.2	(Mustanina tiigid)	EI	EI
VEE2028160	Tehisjärv	0.1	(Mustanina tiigid)	EI	EI

Viivikonnas tekkinud seisuveekogudest on keskkonnaregistrisse kantud vaid Mustanina tiigid (VEE2027990). Selle avalikult mittekasutatava tehisjärve pindala on 2.1 ha, veetaseme absoluutkõrgus on Maa-ameti kõrgusandmete põhjal 31.3–31.7 m, veekogu toitub sademetest ja karjääri tagasitäite platooalal moodustunud põhjaveest. Tehisjärv on madal ja selle veetase sõltub aasta sademete hulgast.

Lisaks Mustanina tiikidele on Viivikonna pilootalal 15-l seisuveekogul olemas keskkonnaregistri VEE kood, kuid need pole keskkonnaregistri objektiks. Tabelis 13 toodud kolme suurima Viivikonna veekogu VEE2027990, VEE2028060 ja VEE2028150 vee-elupaiku ja kalastikku on põhjalikult käsitletud Eesti Loodushoiu Keskuse aruandes “Ülevaade Aidu karjääri ja Narva karjääri tranšee 13 ning piirkonna vanemate karjääriveekogude uuringutest”. Narva karjääri endise Viivikonna jaoskonna ala ja selle naabruses olevate veekogude fotod ja foto asukoht on esitatud aruande LISAS 2.



Joonis 8. LIFE IP CleanEST tegevuse C.8 Viivikonna pilootalal asuvad veekogud 2021 ETAKi järgi.



Joonis 9. Narva karjääris moodustunud veekogude veetasemed Maa-ameti 2018 aasta lennu järgse kõrgusmodeli põhjal.

Joonisel 9 on esitatud veekogude veetaseme absoluutkõrgused Maa-ameti poolt 2018. a. ülelennu andmete alusel koostatud kõrgusmudeli järgi. Veetasemete põhjal toitub valdav enamus alal olevatest veekogudest karjääri tagasitäite platool moodustuvast põhjaveest, karjääri servaalal ka ümbritsevalt alalt sinna valguvast põhjaveevoolust. Kuna platool moodustuva maapinnalähedase põhjaveekihi veetase sõltub eeskätt sademetest, on endise Viivikonna jaoskonna ala veekogude veetase juba aastasiseselt küllaltki muutlik; selle muutumise amplituud on kõrge kevadise lumesulamise järgselt vähemalt 0.5 m.

Veetaseme absoluutkõrguse põhjal toitub kuus tehisjärve (joonisel 9 valge taustaga veetaseme absoluutkõrgused) valdavalt sademetest, neist on enam kui hektari suurune vaid Vesiloo järv (VEE2028150, pole keskkonnaregistri objektiks), ülejäänud 5 veekogu on madalad ja väikesed (100-1000 m² suurused).

Narva karjääri endise Viivikonna jaoskonna alal tagasitäite platoodel moodustunud põhjavee taset mõjutab alal kaevandamisaeagsete eelkuivenduse drenaažistrekide³ kaudu toimuv põhjavee liikumine karjääri edelaosa suunas (vaata joon. 9). Selle ala edelanurgas kaevandatakse põlevkivi ka 2022. a. esimesel poolel, seejärel algab korrastamistöõde lõppfaas. Kuni kaevandamine jätkub, pumbatakse sealt vett välja Mustajõkke.

Ühes sügavate väljaveotranšeedega on endise Viivikonna jaoskonna alal moodustunud ulatuslik kuivendussüsteem, mis määrab vee üldise liikumissuuna edelasse. Kaevandamise lõppemisel väheneb alalt väljapumbatava vee kogus ja tekib ulatuslik veekogude süsteem (joon. 10).

Enamik endise Viivikonna jaoskonna alal olevaid suuremaid veekogusid on tekkinud karjääri äärealal, kohtades kus vee liikumine edelasse on takistatud kas Viivikonna rikke asukohas kaevandamata jäetud ala tõttu, või siis karjääri tagasitäite pinnase tihendamise tulemusena (lastes tagasitäite materjalil kõrgelt alla kukkuda, Vesiloo järve – VEE2028150 juures). Vesiloo järve (pindala 1.4 ha, veetaseme absoluutkõrgus 36.1-36.7 m) rajas omaaegne Viivikonna karjääri tehniline juht mäeinsener Paul Vesiloo kohaliku rahva supluskohaks.

Endise Viivikonna jaoskonna alal väljaveotranšeedesse tekkinud kitsad tehisveekogud pole looduslike vooluveekogudega ühendatud ja nende järsud kaldad on sageli taimestumata, ehkki aega on selleks olnud piisavalt. Taimestiku puudumine põhjustab kallaste erosiooni, mis vähendab vee läbipaistvust ja soodustab selle kihistumist. Nende veekogude põhjapindala suhe ruumalasse on enamasti suur, s.t. neil on kitsaid soote meenutav morfoloogia, mistõttu on väike

³ Tunnelid või lõhkamisega kobestatud vett juhtivad vööndid 3-5 m allpool põlevkivi alumist pinda.

ka tuulte mõjul toimuv veekihtide segunemine. Nimetatud faktorid suurendavad riski, et talvel võivad veekogud jääda hapnikudefitsiiti ning elustikule, s.h. kalastikule võib see olla ohuks.

Samas Eesti Loodushoiu Keskuse poolt uuritud Viivikonna tehisjärvede (VEE2027990, VEE2028060 ja VEE2028150) vees mõõdetud (27.07.2020) karakteristikud (temperatuur, hapniku sisaldus, elektrijuhtivus, pH, redokspotentsiaal ja hägusus) on kalastikule siiski valdavalt soodsad. Veeparametreid mõõdeti kõigis veekihtides (0.3-4.0 m). Vee elektrijuhtivuse (220-240 $\mu\text{S}/\text{cm}$) järgi toitub Vesiloo järv peamiselt sademetest, Mustanina tiigid (läänepoolne VEE2027990 ja idapoolne VEE2028060) aga on vee elektrijuhtivuse (630-880 $\mu\text{S}/\text{cm}$) põhjal valdavalt põhjaveetoitelised, saades olulise osa veest ilmselt kirde ja lõuna suunast kaevandamata jäetud alalt tuleva põhjavee vooluga. Hapniku vähesust ja puudust esines vaid keskkonnaregistrisse kandmata Vesiloo järve (VEE2028150) ja idapoolsema Mustanina tiigi (VEE2028060) põhjalähedastes veekihtides, vee redokspotentsiaal oli seal negatiivne, lisaks võib seal eeldada ka elustiku jaoks toksiliste ainete esinemist.

Eesti Loodushoiu Keskuse võrgupüügi järgi on pilootala veekogudest kõige kalarikkam Vesiloo järv; seal tuvastati ahvena (16 isendit, 6–15 cm pikad), haugi (1 isend, 22 cm pikk), hõbekogre (4 isendit, 19–33 cm pikad), särje (8 isendit, 10–23 cm pikad), roosärje (10 isendit, 13–19 cm pikad) ja mudamaimu (1 isend, 9 cm pikk) olemasolu. Läänepoolses (VEE2027990) ja idapoolses Mustanina tiigis (VEE2028060) esines võrgupüügis vaid mudamaime, lisaks nähti püükide ajal veel haug ja jõevähki.

Silmas pidades ka Aidu karjääris ja Narva karjääri tranšee nr. 13 alal tehtud uuringuid võib tõdeda, **et kalastik areneb kiiremini nendes tehisjärvedes, mis on vooluveekogudega ühendatud**; seal on välja kujunemas tüüpiline järvede kalastik.

Alal olevatest tehisjärvedest on vee-elustikule veeparametrite järgi ja kalastiku koosseisu järgi soodsaimaks elupaigaks Vesiloo järv (VEE2028150); teisi vee-elustikule sobivamaid veekogusid siin enne endise Viivikonna jaoskonna alalt vee väljapumpamise lõpetamist juurde ei teki.

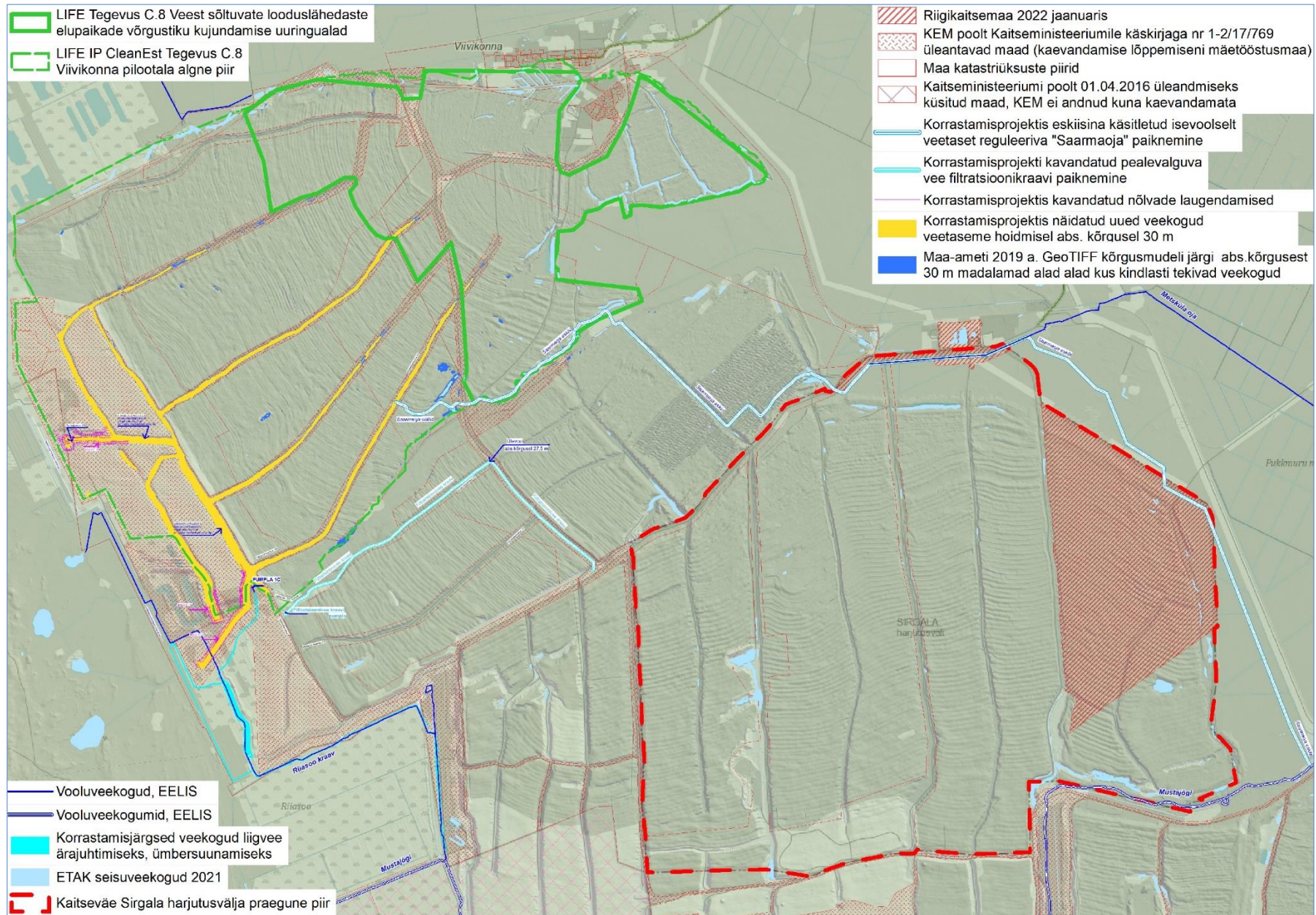
Kaevandamise lõpetamisel paari aasta jooksul (ilmselt aastad 2022-2023) tekkivates uutes suurtes⁴ veekogudes (joon. 10) osutub kalastiku kujunemise seisukohalt negatiivseks asjaolu, et nendel tekkivatel veekogudel puudub ühendus vooluveekogudega.

⁴ Lõplikud lisanduvate veekogude ruumikujud endise Viivikonna jaoskonna lääneosas hakkavad erinema joonisel 10 näidatust, kuna joonis on kaevandamisaegsest maapinna kõrgusmudelil

Vastaval olemasolevale korrastusprojektile hoitakse suurte veekogude veetase pumbajaamaga absoluutkõrgusel ca 30 m, liigne vesi tõstetakse pumbaga 5-6 m kõrgemale, et see saaks voolata Mustajõkke. **Seega puudub Mustajõe kaladel esialgu võimalus liikuda tekkivatesse uutesse tranšeeveekogudesse.**

Praegune kaevandusvee pumpla kohandatakse ümber hoidmaks veetaset Alutaguse rahvusparki Kurtna järvede jaoks maksimaalselt kõrgel, aga ka lõuna poole jäävas Narva karjääris kaevandamist jätkavatele kaevuritele ohutul tasemel. Veetaseme tõus on esialgu piiratud, kaevandamisjärgse veetaseme lõplik kõrgus otsustatakse pärast Narva karjääri korrastamise projekti vastava lisa valmimist. Kõrgeim võimalik (ca 30–31 m) veetase on vajalik eeskätt lähedal paiknevate Alutaguse rahvusparki veest sõltuvatele looduskaitseobjektidele ja elupaikadele soodsate tingimuste tagamiseks.

Endise Viivikonna jaoskonna alal moodustuvad tranšeeveekogud on madalamad kui Aidus ja sügavamad kui Narva karjääri tranšee nr. 13 alal. Seetõttu kujuneb Narva põlevkivikarjääri endise Viivikonna jaoskonna ala vee-elustiku elupaigana võrreldes Aidu ja Narva karjääri tranšee nr. 13 aladega tingimuste poolest eeldatavasti vahepealseks, seda juhul kui kaladel oleks võimalus liikuda Mustajõe endise Viivikonna jaoskonna alal kujunevatesse suurtesse tranšeeveekogudesse.



Joonis 10. Viivikonnas piirkonna veekogud ja veetaseme absoluutsel kõrgusel 30,5 m lisanduvad veekogud (Maa-ameti kõrgusmudel).

Järeldused

1. Kõik LIFE IP CleanEST C.8 projekti Viivikonna pilootalale jäävad karjääri tagasitäite puistangud on metsastatud enam kui 50 aastat tagasi või nad on spontaanselt kattunud vanema kui 50-aastase metsaga. Tulenevalt istutatud puude liigist (arukask *Betula pendula*, mänd *Pinus sylvestris*, euroopa lehis *Larix decidua*, harilik haab *Populus tremula*, palsampappel *Populus balsamifera*), lokaalsetest kasvukohatingimustest ja puistu vanusest on eristatavad seitse üksteisest statistiliselt oluliselt erinevat metsakoosluste tüüpi, millest igähele on omased erinevad dominant- ja indikaatorliigid.

2. Võrreldes omavahel kuni 50-aastaseid, 51-60-aastaseid ja 61-70-aastaseid männikuid, selgub et kahe esimese vanusrühma puistute liigiline koosseis statistiliselt oluliselt ($p > 0.05$) ei erine, alla 50 aasta ja üle 60 aasta vanuste männikute liigiline koosseis aga on juba oluliselt erinev, nagu ka kahe vanema rühma männikute oma. Vanemates puistutes suureneb põõsaliikide, samuti niiskuslembeste liikide osatähtsus; viimane on seotud mikroreljeefi lohkudes kohati vettpidava gleistunud horisondi kujunemisega. 51-60-aastaste ja 61-70-aastaste männikute võrdluse tulemus osutab sellele, et ka enam kui 50 aastaste istutatud männikute liigiline koosseis ei ole veel stabiliseerunud; see on jätkuvalt küllaltki olulisel määral muutumas ja ei vasta seega veel looduslikult kasvanud vanade männikute liigilisele koosseisule, mille saavutamiseks kulub enam kui 70 aastat.

3. Kuni 50-aastased kaasikud erinevad liigilise koosseisu poolest oluliselt vanematest kaasikutest, sama on täheldatav 51-60-aastaste ja 61-70-aastaste ning 51-60-aastaste ja vanemate kui 70-aastaste kaasikute vahel. Liigilise koosseisu erinevus muutub mitteoluliseks 61-70-aastaste ja vanemate kui 70-aastaste kaasikute vahel, mis kinnitab, et 61-70-aastastes kaasikutes on juba välja kujunenud vanadele metsadele omane liigiline koosseis. Seega vajavad mineraalsele puistangule isutatud kaasikud vanale metsale omase alustaimestu ja põõsarinde liigilise koosseisu väljaarenemiseks vähemalt 60 aastat.

4. Vanemate kui 70-aastaste istutatud kaasikute liigiline koosseis on samal mineraalsel puistangul spontaanselt kasvanud metsade omaga peaaegu sarnane.

5. Kaasikute puhul on nende vanuse suurenedes selgesti jälgitav suktessioonitrend noorematest kase—männi—jäneskastiku—sõrmtarna ja kase—jäneskastiku—metskastiku kooslustest rohkete nemoraalsete liikidega vanemate kase—jänesekapsa—võsaülase koosluste suunas.

6. Pilootalal on välja kujunenud märkimisväärselt mitmekesine metsamaastik, millel lisaks majanduslikule tulususele (puidu kasvatamisele) ja keskkonnakaitselisele aspektile (CO₂ ja tolmu sidumine, elupaikade ja liigilise mitmekesisuse taastamine) on ka oluline sotsiaalne tähtsus (maastiku esteetilisuse suurendamine, rekreatsioonivõimaluste loomine).

7. Pilootalal kasvab mitmetes paikades rohkesti nii teise kui kolmanda kaitsekategooria taimeliike. Erakordne on pilootala kaguossa jääv kompaktne sadu kauni kuldkinga isendeid hõlmav kasvukoht, kus lisaks temale kasvab arvukalt ka teisi kaitsealuseid liike. See kasvukoht jääb Kaitseväe poolt Sirgala harjutusväljaku laiendamisel raadamiseks kavandatud ala piiresse.

8. Pilootalale, s.h. Kaitseväe plaanitavale raadamisalale jääb terve rida metsanduslikke püsiproovialasid, millel toimunud aastakümnete pikkused teaduslikud vaatlused on tähelepanuväärsed rahvusvahelises ulatuses. Metsa raadamisel püsiproovialad hävivad või kui neid ka ilma laia puhvertsoonita säilitatakse, saavad nad tugevasti kannatada ning see on eesti metsateadusele suur kahju.

9. Pilootala linnustiku dominantliikideks on peamiselt noortele puistutele tüüpilised linnuliigid.

10. Päevastele röövlindudele on siinsed metsad liiga noored ja ilmselt ka toidubaas kesine, vanemate lehtpuudega on seotud üksikute suluspesitsejate (rähnid, värbkakk, tihased) ja mõnede vanema metsaga seotud liikide (laanepüü) esinemine.

11. Pilootala linnustikus I kaitsekategooria liike ei tuvastatud, ehkki Sirgala harjutusvälja kaguosas on korduvalt registreeritud ohustatud väikepistriku esinemine. Samuti on siin kohatud metsist, kelle mängualad jäävad kaugemale, kuid kes ilmselt kasutab seda piirkonda toitumisalana.

12. Kaitsekorralduslikult olulistest linnuliikidest elutsevad pilootalal laanepüü *Tetrastes bonasia*, valgeselg-kirjurähn *Dendrocopos leucotos*, musträhn *Dryocopus martius*, väikekärbsenäpp *Ficedula parva*, tikutaja *Gallinago gallinago*, värbkakk *Glaucidium passerinum*, nõmmelõoke *Lullula arborea* ja hoburästas *Turdus viscivorus*

13. Vee elektrijuhtivuse põhjal toitub pilootalale jääv Vesiloo järv peamiselt sademest. Veetaseme hoidmiseks (pinnaste väikese veejuhtivuse tagamiseks) kasutati tehisjärve läänekalda ja põhja rajamisel spetsiaalset tehnoloogiat. Mustanina tiigid on peamiselt põhjavee toitlised; nad saavad olulise osa veest kirde ja lõuna poolt kaevandamata alalt tuleva põhjavee vooluga.

14. Karjääri sulgemisel muutub ka senine liigse vee ärापumpamine; sellest tulenevalt tekivad lähiaastatel väljaveotranšeedesse uued suured tehisveekogud. Sellel alal praegu juba olemasolevate veekogudega võrreldes oleks uute veekogude vesi esimestel aastatel tõenäoliselt

oluliselt suurema kareduse ja elektrijuhtivusega. Väljaveotranšeedesse tekkivad uued veekogud oleksid madalamad kui Aidu karjääris ja sügavamad kui Narva karjääri tranšee 13 alal. Seega võib eeldada, et endine Viivikonna jaoskonna alal tranšeedesse tekkivad veekogud on oma tingimuste poolest vee-elustiku elupaigana Aidu ja Narva karjääri tranšee 13 pilootaladega võrreldes ilmselt vahepealse kvaliteediga. Viivikonna pilootalal ei teki niisuguseid vee-elustikule potentsiaalselt häid elupaiku nagu on Narva karjääri 13. tranšees kujunenud madalaveelised tiigid ja Rästikmetsa järv, mis on iseoolse väljalasu abil ühendatud Mustajõkke suubuva Metsküla ojaga ja edasi Narva jõega. Kuna Viivikonnas kaevandamise lõppemisel tekkivate suurte veekogude veetase hoitakse pumpamisega absoluutkõrgusel ca 30 m (liigne vesi tõstetakse pumbaga 5-6 m kõrgemale, et see saaks voolata Mustajõkke) puudub Mustajõe kaladel võimalus tekkivatesse uutesse tranšeeveekogudesse liikumiseks.

15. Eesti Loodushoiu Keskuse ja Eesti Keskkonnauuringute Keskuse OÜ poolt läbi viidud uuringute kohaselt on karjääriviisil kaevandatud aladel tekkinud suurte tehisveekogude elustik alles kujunemisjärgus. Narva karjääri endise Viivikonna jaoskonna alal praegu olemasolevate veekogude elustiku tingimused muutuvad veelgi johtuvalt veetaseme tõusust kaevandamise lõppemisel (tõenäoliselt 2022. a. teisel poolel). Erandiks on Vesiloo järv, mille veetase ilmselt ei muutu.

16. Viivikonna pilootala veekogudest on LHK uuringu põhjal kalastikule soodsaim elupaik Vesiloo järv, ülejäänud praegu olemasolevate tehisveekogude (Mustanina tiigid) sobivus kalastiku elupaigana on väiksem.

17. Arvestades seda, et praeguse seisuga ei ole selge, milline on põlevkivi kaevandamise perspektiiv Eestis tervikuna, seega ka Narva karjääri edasine arendamine, pole praegu võimalik prognoosida tekkivate veekogude parameetreid ja nende seostatust, mis on vee-elustiku jaoks määravad. Seega on vajalik jätkata tekkivate veekogude seiret ja uuringuid.

Ettepanekud.

1. Kuna Viivikonna pilootalale (s.h. Kaitseväe plaanitaval raadamisalal) on paljudes paikades kasvanud kas spontaanselt või siis mineraalsete puistangute istikutega metsastamise tulemusena vähemalt 60-aastane tüpoloogiliselt mitmekesine mets, mille taimkatte liigiline koosseis on stabiliseerumas ning mis kohati sarnaneb juba põlismetsade struktuurile, on need puistud tähelepanuväärseks näiteks eesti metsameeste pikaaegsest pingelisest tööst kivikõrbeliste mineraalsete puistangute rekultiveerimisel taastamaks maastiku ökoloogilist, majanduslikku ja esteetilist väärtust. See kogemus on unikaalne kogu maailma ulatuses. Seetõttu, hoolimata projektis osalenud uurijate lugupidamisest Eesti Kaitseväe vastu, tuleks harjutusvälja laiendamist pilootalale ja sealsete metsade raadamise kava käsitleda äärmiselt teadus- ja loodusvaenulikuna. Sealsed metsad talletavad unikaalset metsateaduslikku infot ja näitlikustavad seda, kuidas on suurepäraste tulemustega võimalik taastada tehismaastike ökoloogilist kvaliteeti ning sotsiaalset väärtust. Seetõttu on neil metsadel n.ö. normaalsetes looduslikes tingimustes kasvanud puistutega võrreldes oluline spetsiifiline lisaväärtus ning nende metsade raadamist tuleks kindlasti vältida.

2. Pilootalale jäävate metsade majandamisel tuleks püsiproovialade ümber igal pool jätta raiumata vähemalt esimese rinde puude kõrguse laiune puhverala.

3. Männikute valgustusraiete puhul tuleks siin-seal gruppidega säilitada seal kasvavaid lehtpuid ja põõsaid. Niisugused grupid parendavad varise lagunemisel mulla viljakust, suurendavad nii männikute floristilist kui faunistilist liigirikkust ning vähendavad võimalike kahjustuste (põlengud, kahjurid) ohtu.

4. Pilootalale jäävate metsade majandamisel tuleks säilitada kauni kuldkinga teadaolevad kasvualad valikraiega majandatava metsana nii suures ulatuses, kui see on võimalik. Mitte raadata ega teha lageraiet säilitades poolvarjulised tingimused. Ei ole soovitatav üldkatvust viia alla 60%, sest metsaalune rohtub väga tugevalt ja viltjas kõrge kulukiht halvendab kuldkinga kasvutingimusi. Ei sobi ka alade majandamine väikese langi või häiluna (Palo, 2021).

5. Ala linnustiku mitmekesisuse suurendamisel on abiks veesilmade, vanemate metsatukkade ja niidulappide säilitamine. Ka raielankidele jäetud vanemad säilikpuud lisavad pesitsusvõimalusi paljudele organismidele (putukad, imetajad, seemed jt liigirühmad).

6. Kuna Kaitseväe Viivikonna laskevälja laiendamisega kaasnev plaanitav metsa raadamine ja muud metsatööd põhjustavad lindude pesitsusajal nende pesade hävimist, pesapoegade hukkamist ning pesitsusterritoriumide hülgamist, peaks leevendava meetmena

kõik raietööd toimuma pesitsusvälisel perioodil, s.t. välistades ajavahemiku 1. märtsist 20. juulini. Raietööd tuleks teostada talvisel ajal külmunud maapinnaga, soovitavalt lumikattega ajal.

7. Selleks, et puistangutele rajatud mets kujuneks võimalikult varakult sobivaks metsistele, tuleb männikutes neile lindudele sobivates paikades õigeaegselt teha valgustusraied ning harvendusraietega viia mets juba 40. aastaks täiusele 0.5–0.6. Lisaks võiks kujundada häile, mille läbimõõt võrdub ligikaudu puurinde kõrgusega.

8. Müra võib pilootalal registreeritud linnuliikidest enim mõjutada laanepüüd ja piirkonnas ebaregulaarselt esinevat metsist. Müra mõju leevendamiseks tuleks lindude pesitsusajal laskeharjutusi minimeerida ja kontsentreerida need võimalikult väiksele alale.

9. Teede väljaehitamisel võimalikult piirduda praeguste teetrassidega. Vajadusel teede servast langetada suured puud, kuid alles jätta noored puud ja hõrendatud sarapuupõõsad.

10. Kui võimalik, tuleks juhendada A.Palo (2021) poolt esitatud ettepanekust, mille kohaselt laskmiskohad võiksid asuda harjutusvälja põhjaosas, kus saaks osaliselt kasutusele võtta endise Sirgala karjääri keskusehoonestu ning sihtmärgiala võiks paikneda harjutusvälja lõunaosas.

11. Pilootala metsad vajavad puhastamist sinna veetud risust ja ehitusjäätmest. See võik toimuda näiteks järjekordse ”Teeme ära” kampaania raames ja Kaitseväe tehnilisel toetusel. Prahistamist leevendava meetmena peaks vähemalt osa kõrvalisi teid autoga liiklemiseks sulgema, tõhustada tuleks ka lammutusjäätmete sihipärasest kasutust Viivikonna külas, kust pärineb ilmselt suurem osa metsa veetud prahist.

12. Kaevandamise tehnoloogiast tulenevalt on suured veekogud (veega täitunud välja-veotranšeed) pikad ning kitsad ja järskude nõlvadega. Nende kujundamisel tuleb kohtades, kus see on tehniliselt võimalik (kaevandamise lõpetamisel tekkivad nn lõputranšeed), kalda ja veekogu nõlvus planeerida laugeks. Liigendatud kaldajoonega ja muutuva sügavusega veekogud loovad võimaluse ala asustamiseks erinevatele elustikurühmadele.

13. Johtuvalt Kaitseväe Viivikonna harjutusvälja laiendamise kavast, on Viivikonna pilootalal avalikult kasutatavate veekogude kujunemine vähe tõenäoline, kuid nagu on mainitud eelmises punktis, on soovitatav, et kaevandamise lõpetamisel tekkivate nn lõputranšeede nõlvad planeeritaks laugeiks, metsloomade ohutus, kaldavööndi mitmekesisus, erosiooni vältimine võimaldades nende rekreatiivset kasutamist sõltumata ala kuulumisest või mittekuulumisest Kaitseväe harjutusvälja alla.

Kasutatud kirjandus

- Kull, T., Otsus, M. 2005. Nursipalu ja Sirgala planeeritavate harjutusväljade loodusväärtuste inventeerimise tulemused. Põllumajandus- ja keskkonnainstituut. Käsikiri Eesti Põllumajandusülikoolis (Eesti Maaülikool). Tartu. 26 lk.
- Kutsar, R., Ruul, M. 2020. Sirgala harjutusväljaku ehitusprojekti keskkonnamõju hindamine. Töö nr. 19003525. Hendrikson & Co. Tartu-Tallinn.
- LIFE IP CleanEST projekti tegevus C.8 “Ülevaade Aidu karjääri ja Narva karjääri tranšee 13 ning piirkonna vanemate karjääriveekogude uuringutest“. Eesti Loodushoiu Keskus lõpparuanne Tartu, 2020.
- LIFE IP CleanEST projekti tegevus C.8. Maismaa- ja märgalade elupaigad Narva karjääri 13. tranšee ja Aidu karjääri pilootaladel. Jaanus Paali OÜ lõpparuanne. Tartu 2020.
- LIFE IP CleanEst projekti tegevus C.8. Ülevaade varasematest kaevandusalade korrastustöödest, kogemustest ja nende käigus kogutud andmestikest, osapooltega täpsustatud tegevuskavad kavandatud pilootaladel. Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ, Jaanus Paali OÜ, Eesti Loodushoiu Keskus, Tallinn, 2019.
- LIFE IP CleanEst projekti tegevus C.8. Ülevaade põlevkivikarjäärade korrastustöödest, pilootalade seisundist ja neil läbiviidud uuringutest. Täiendatud 2020. a. aruanne. Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ, Jaanus Paali OÜ, Eesti Loodushoiu Keskus, Tallinn-Tartu 2019-2020.
- LIFE IP CleanEst projekti tegevus C.8. Kaevandatud aladel tekkinud tehiseveekogude inventuuri aruanne. Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ, Tallinn 2021.
- Marja, R. 2009. Linnustiku seire Sirgala harjutusväljal 2009. aastal. Käsikiri.
- McCune, B. and M. J. Mefford. 2011. PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data. Version 6.0. MjM Software, Gleneden Beach, Oregon, U.S.A.
- Paal, U. 2020. Korrastatud põlevkivikarjäärade linnustikust Aidu ja Narva karjääri seirealadel 2020. aastal. Käsikiri.
- Palo, A. 2020. Eksperthinnang Sirgala harjutusvälja ehitusprojekti keskkonnamõju hindamise juurde. Tartu. Käsikiri.
- Palo, A. 2021. Täiendav taimharulduste uuring Sirgala harjutusväljal. Eksperthinnang Sirgala harjutusvälja ehitusprojekti keskkonnamõju hindamise juurde. Tartu. Käsikiri.
- Pehlak, H. 2020. Sirgala harjutusvälja laienduse ja arendusega kaasnev mõju linnustikule. Käsikiri.
- StatSoft, Inc. (2005). STATISTICA (data analysis software system), version 7.1. www.statsoft.com.