

Eestis ebaseaduslikult raiatud puidu mahu hindamise meetodika

Mait Lang
lang@aai.ee

Eesti Põllumajandusülikool
Metsakorralduse instituut

Tartu 2004

Sisukord

Sissejuhatus.....	3
Metoodika	4
Probleemülesanne.....	4
Statistilise ülesande sõnastus ja lahendus.....	4
Raiealade nimekiri ehk objektide loend.....	4
Raiealade valim välitöödeks.....	6
Välitöödel kontrollitavad ja mõõdetavad tunnused.....	7
Andmete kogumine ja töötlus.....	10
Andmete kogumine.....	10
Andmetöötlus.....	10
Statistiline töötlus.....	11
Kasutatud kirjandus ja viited.....	11
Lisa 1. Välitööde metoodika.....	13
Sissejuhatus.....	14
Töödeks kasutatavad materjalid.....	14
Kontrollimisel määratavad ja andmebaasi kantavad tunnused.....	15
Kuidas alasiid kontrollida.....	18

Sissejuhatus

Eesti metsandusega seotud seaduserikkumisi hinnates on pakutud välja, et umbes pool puidust on raiutud seadusi rikkudes (Hain ja Ahas, 2004). Hinnangute aluseks on Eesti Statistikaameti (ESA) andmete ja statistilise metsainventuuri (SMI) tulemuste võrdlus ning ekspertarvamused. ESA kogub andmeid metsateatiste alusel, SMI tulemused põhinevad juhuslikult paigutatud proovitükkide andmete üldistamisel.

SMI tulemuste oluliseks osaks on hinnangu usalduspiirid. Näiteks 1999/2000 raieperioodi jaoks saadi mõõtmisandmete põhjal uuendusraiate pindalaks 24600 ha veaga $\pm 30,3\%$ ja raiutud puidu mahuks 6,113 miljonit m^3 veaga $\pm 30,4\%$ (Kohava, 2001). Tuleb arvestada, et raiutud puidu maht on tuletatud kändude klappimise andmetest, mitte rinnasläbimõõdu järgi nagu seda tehakse kasvava metsa korral. Rinnasläbimõõdu tuletamiseks kasutatakse lineaarset regressiooni (Keskkonnaministeerium 1999a). Kännu läbimõõdult rinnasläbimõõdule ülemineku viga aga raiutud puidu mahu veahinnangus ei kajastu. Lisaks põhineb SMI-s mingi proovitüki kaasamine viimase aasta raiehooaja mahu arvestusse ekspertarvamusel välitöödel. Ühe proovitüki mõju pindala tulemusele on jämedalt võttes 1000 ha.

Metsateatistes esitatakse tavaliselt lausmetsakorralduse andmete järgi eraldisel kasvanud puidu maht. Lausmetsakorraldus põhineb silmamõõdulisel hindamisel ja kogemused on näidanud, et tavaliselt hinnatakse puidu mahtu süstemaatiliselt alla. Seega ei ole ESA andmed ja SMI tulemuse puidu mahu osas võrreldavad.

Selleks, et saada hinnangut metsa raiet reguleerivate seadusaktide rikkumisega seotud puidu mahu kohta, on vaja saada objektiivne valim raiealadest ning igat juhtu kontrollida. Objektiivse valiku saamiseks peab meil olema kõigi raiealade nimekiri. Võttes aluseks metsateatiste, jätame loetelust välja teatistega katmata raided. SMI proovitükkide puhul on probleemiks nende klasterdatus traktidesse (autokorrelatsioon suurendab hinnangu viga) ja väike alade arv.

Seaduse rikkumise fakti saab märkida kõige lihtsamal lähenduses ON/EI OLE vastusena. Selleks, et hinnata valimi põhjal saadud tulemuste üldistatavust, peame arvutama valimi mahu alusel hinnangute veapiirid. Tabelis 1 on näitena toodud binoomjaotuse (ON/EI OLE jaoks sobiv jaotus) parameetri p (meid huvitava sündmuse toimumise tõenäosuse keskväärtus) usalduspiirid (Kiviste, 1998). Oletame näiteks, et võtame vaatluse alla 300 raieala ning igaühe jaoks tuvastame, kas raiumisega seoses on seadusi rikutud või mitte. Oletame, et rikkumisi oli kolmekümnel alal, mis on keskmiselt 10% juhtudest. Seega saame 95%-lise tõenäosusega väita, et 6,8%...14% raiealadel rikutakse Eestis raietega seonduvaid õigusakte. Tegelikult on olukord natuke keerulisem, sest peame määrama mitu kuupmeetrit puitu on seotud metsa raiet reguleerivate seaduste rikkumisega.

Tabel 1. Binoomjaotuse parameetri p usalduspiirid tõenäosusel 95%. $P_{0,025}$ on alumine ja $P_{0,975}$ on ülemine usalduspiir

Katsete arv	<i>Meid huvitava sündmuse toimumise tõenäosuse keskväärtus ja usalduspiirid</i>									
	1%		5%		10%		25%		50%	
	$P_{0,025}$	$P_{0,975}$	$P_{0,025}$	$P_{0,975}$	$P_{0,025}$	$P_{0,975}$	$P_{0,025}$	$P_{0,975}$	$P_{0,025}$	$P_{0,975}$
100	0,0%	5,4%	1,6%	11,3%	4,9%	17,6%	16,9%	34,7%	39,8%	60,2%
200	0,1%	3,6%	2,4%	9,0%	6,2%	15,0%	19,2%	31,6%	42,9%	57,1%
300	0,2%	2,9%	2,8%	8,1%	6,8%	14,0%	20,2%	30,3%	44,2%	55,8%
400	0,3%	2,5%	3,1%	7,6%	7,2%	13,4%	20,8%	29,5%	45,0%	55,0%
500	0,3%	2,3%	3,3%	7,3%	7,5%	13,0%	21,3%	29,0%	45,5%	54,5%
600	0,4%	2,2%	3,4%	7,1%	7,7%	12,7%	21,6%	28,7%	45,9%	54,1%
700	0,4%	2,0%	3,5%	6,9%	7,9%	12,5%	21,8%	28,4%	46,2%	53,8%

Metoodika

Probleemülesanne

Definitsiooni kohaselt on saadakse puit ebaseaduslikult raiega, mille käigus rikutakse rahvusvahelisi ja rahvuslikke norme ning seadusi, mis metsa raiet reguleerivad. Maksupettused ja ebaseaduslik puidukaubandus, kuigi samuti seaduserikkumised, on omaette rikkumiste grupp ning käesoleva analüüsi alla ei kuulu.

Probleemülesande võib püstitada järgmiselt: tuleb hinnata ebaseaduslike raietega seotud puidu mahtu Eestis ajavahemikul 1999-2002 ja teha selgeks, kas vastab tõele, et pool raietest on ebaseaduslikud. Tuleks tuua välja ka erinevate rikkumiste osatähtsused arvestades metsa omandivormi.

Statistilise ülesande sõnastus ja lahendus

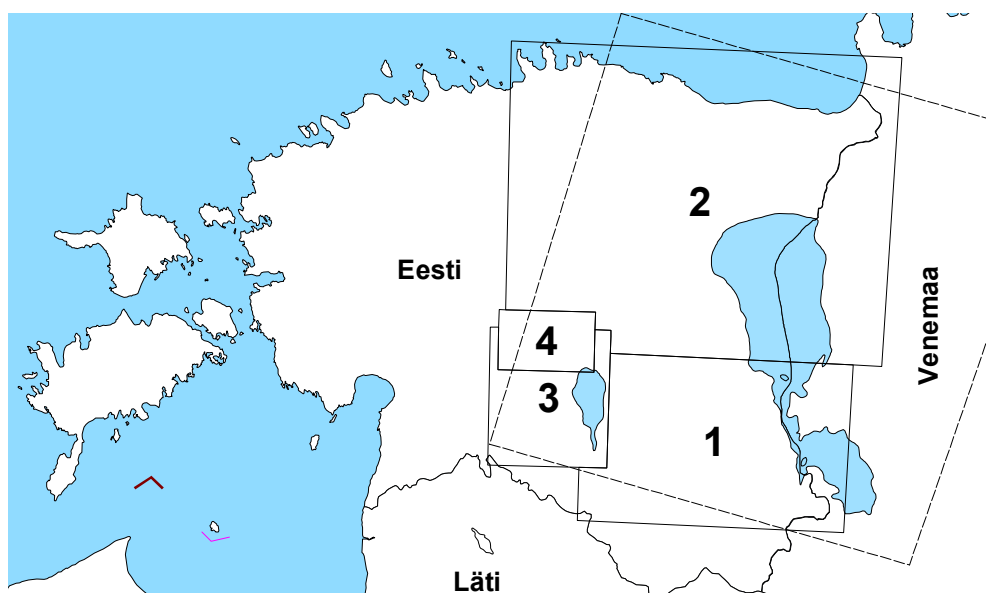
Raiealade nimekiri ehk objektide loend

Eestis olemasolevatest nimistutest tulevad kõne alla 1) metsateatised, 2) SMI proovitükid ning 3) satelliidipiltidelt tehtud raiete kaardid (Peterson, 2003; Uiga jt, 2003; Peterson, 2004). Satelliidipiltidelt tehtud raiete kaarte tuleb eelistada metsateatistele ja SMI andmestikule, kuna tegemist on digitaalse kaardikihiga, mis on lageraidesarnaste muutuste osas praktiliselt täielik. Raiete leidmiseks võrreldakse kahte järjestikust pilti ning analüüsitakse heleduse muutust. Raiest tingitud puistu heleduse muutus on seotud raie tugevusega (raiekraadiga). Piltide võrdlemisel tekib vegetatsiooniperioodist, piltide omavahelisest paratamatust ruumilisest nihkest jm teguritest tingitud heleduse muutus (müra), mis raskendab nõrgema väljaraiekraadiga raiete avastamist. Teisalt, kui näiteks metsateatise esitaja on näidanud tehtava tööna harvendusraiet, kuid piltide võrdlemisel satub ala lageraidesarnaste muutuste hulka, siis on see piisav põhjus ala kontrollimiseks.

Käesolevas metoodikas võetakse vaatluse alla satelliidipiltidelt kaardistatud lageraidesarnased muutused ajavahemikus 1999-2002 (Lang ja Lükk, 2004; Lang jt, 2002). Kaardiga on katmata Põhja-Eesti keskosa, osa Lõuna-Eestit ning Hiiumaa ja Saaremaa lääneosa (joonis 1). Analüüsil eeldame, et kaardiga katmata aladel on seaduste täitmine keskmiselt sarnane kaetud Eesti aladele.



Joonis1. Raiete kaardi koostamiseks kasutatud satelliidipiltide kaadriraamid



Joonis 2. Kaadri 186-19 alal 2002. aasta liitpildi osade piirid, nummerdus ja kaadri 186-19 raam

Tabel 2. Kasutatud piltide geomeetrilise korrektsiooni iseloomustus ja kaadri 186-19 2002. aasta liitpildi nummerdus. Pildid on toodud ajaliste pildipaaride kaupa (Lang ja Lük, 2004; Lang jt, 2002)

Kaader	Pilt Kuupäev	Punktide arv	Teisendus-funktsioon*	Jääkviga RMS (pikselit)	Ala liitpildil (Joonis 2)
186-19	10.07.1999	681	3	0.58	-
186-19	10.06.2000	470	2	0.57	-
188-19	14.06.1999	162	2	0.36	-
188-19	29.07.2001	158	2	0.36	-
186-19	10.06.2000	470	2	0,57	-
186-19	31.05.2002	270	2	0,36	1
186-19	18.07.2002	231	2	0,36	2
186-19	19.08.2002	127	2	0,39	3
187-19	10.08.2002	182	2	0.29	4
186-19**	10.07.1999	681	3	0,58	-
188-19	29.07.2001	158	2	0,36	-
188-19	29.05.2002	26	1	0,29	-

* Koordinaatide teisendamise funktsioon: 1- lineaarne, 2- 2. astme polünoom, 3- 3. astme polünoom.

** Pilti kasutati koos pildiga 18.07.2002 eelmise projekti (Lang jt, 2002) käigus koostatud lageraidekaartidel 2000 aasta 10. juuni pildil olnud pilvisel alal oleval alal eraldi kaardi saamiseks Ala on toodud joonisel 3.



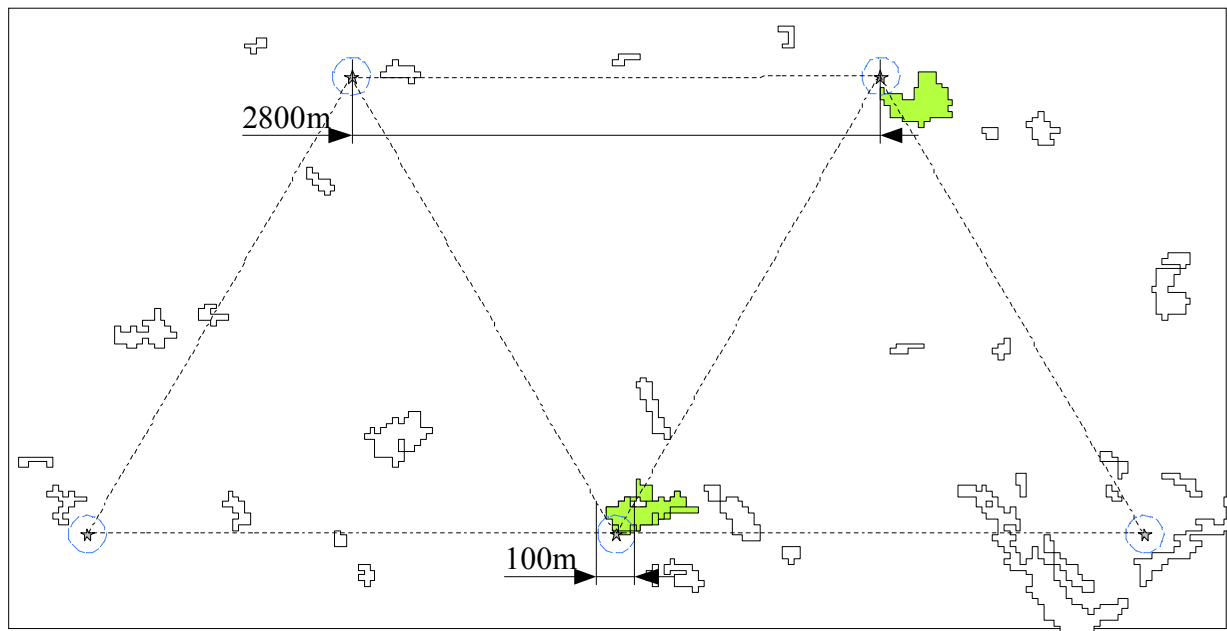
Joonis 3. Kaadri 186-19 pildil 10. juuni 2000 oli pilvede ja pilve-varjudega kaetud oluline ala. Selle kohta tehti lisakaart, kus eraldati ajavahemiku 10. juuli 1999 kuni 18. juuli 2002 lageraidealad pilvevabadelt piltidelt. Pildile on lisatud administratiivüksuste piirid

Analüüsil eeldame veel, et harvendusraiate osas on keskmiselt inimeste käitumine seaduste täitmisel sarnane aladele, mis on kvalifitseeritud kaardil lageraideks. Üldiselt need harvendus- ja turberaied, kus raiutakse vähem kui 70 % puistu tüvemahust, heleduse muutuse järgi lageraidesarnaseks ei kvalifitseeru ja lageraiete kaardil ei kajastu. Seega saame kontrolli tulemuste üldistamisel suurema seaduste rikkumise arvu, kuna loendisse satuvad ainult need harvendus- ja turberaied, kus kindlasti on väljaraie osas seadusi rikutud, tasakaaluks korralike harvendus- ja turberaiete valimisse sattumise tõenäosus on tühine.

Raidealade nimekirjas esineb tühisel määral nii üle kui ka alakaetust. Ülekaetuse põhjuseks on metsamaski (Peterson, 2001) vead, pilvemaskide vead ning maastikuelementide servades tekkivad pseudolageraidealad. Alakaetuse põhjuseks on pildidel olevad rünkpilved. Kaadri 188-19 pildipaaril 14.06.1999...29.07.2001 oli pilvi ja pilvede varjusid pindalal, mis vastas 2,8 protsendile metsamaa pindalast pildil.

Raiealade valim välitöödeks

Valimi mahu määramisel peame arvestama soovitava täpsusega, välitöö tegijate arvuga, rahalise ressursiga ja üldkogumi omapäradega (Traat ja Inno, 1997). Teada on, et töid hakkavad tegema umbes 70 inimest igapäevase töö käigus. Välitöödeks on ette nähtud aega kaks kuud. Hinnanguliselt peaks iga inimene jõudma selle aja jooksul kontrollida ja teha vajalikud mõõtmised kümnel objektil ehk siis kokku 700 ala. Arvestades probleemülesandest tulenevat ülesande püstitust ning lähtudes sellest, et erametsade ja riigimetsade pindala on jämedalt võttes võrdne, tuleb omandivormi kohta u 350 prooviala. 350 prooviala kontrollimisel tehtavate järelduste esialgsed usalduspiirid saame tabelist 1 vastavalt sellele, kui mitmel protsendil aladest avastasime rikkumisi.



Joonis 4. Valimi võtmiseks kasutati võrdkülgsete kolmnurkadena paiknevat punktivõrk. Kolmnurga küljepikkuseks on 2800 meetrit. Valimisse võeti alad, mis puutusid kokku kolmnurga tippude ümber tõmmatud 100 m raadiuse puhvriga

Välitöödeks valiku raiealade saamiseks genereeriti kolmnurkadest koosnev punktide võrk, mis kattis ühtlaselt kogu Eesti. Proovipunktide võrku piirava ristküliku koordinaadid on toodud tabelis 3. Iga punkti ümber genereeriti MapInfos 12 segmendist koosnev ringi kujuline 100 meetri raadiune puhver. Valimisse võeti kõik need raiealad, millel oli vähemalt üks ühine punkt puhvriga (MapInfo *Intersect* funktsioon SQL päringus). Katse-eksimuse meetodil leiti, et 700-le üsna lähedase valimimahu (667 ala) andis proovialade võrk, kus kolmnurga küljepikkuseks on 2800m. 2001. aasta tormikahjustuste aladel võeti langina arvesse ainult need eraldised, mis puudusid kokku proovialaga, vastasel juhul oleks valimisse sattunud mitmeid 200 ... 300 ha suurusi raiealad.

Tabel 3. Proovipunktide võrku piirava ala koordinaadid Eesti Põhikaardi koordinaatsüsteemis

<i>Nurk</i>	<i>Koordinaat</i>
X_{iiv}	365000E
Y_{iiv}	6640000N
X_{ap}	745000E
Y_{ap}	6370000N

Välitöödel kontrollitavad ja mõõdetavad tunnused

Raiutud puit on ebaseaduslik, kui selle puidu raiumisel rikuti metsa raiet reguleerivaid seadusakte. Eksimused on metsateatise esitamata jätmised. Õnneks on seda lihtne kontrollida. Samuti on suhteliselt lihtne kontrollida, kas metsateatise märgitud pindala vastab looduses raiutud pindalale. Lageraiete puhul ei ole eriti keeruline hinnata ka raiutud puidu mahtu, kui kasutame näiteks statistilise

metsainventuuri andmeid kasvukohatüübi ja endise enamuspüüliigi järgi. Sellise mahu hinnangu viga ei ole suurem kui käändude klappimisel ühe proovitüki alusel saadud mahu hinnangu viga.

Keerulisem on olukord harvendus- ja turberaietega, kus ebaseaduslikkus tekib siis, kui puistu raiutakse hõredamaks, kui normid lubavad (Keskkonnaministeerium, 1999b). Selle fakti kontrollimine nõuab suhteliselt töömahukaid mõõtmistöid ning piiripealsetel juhtudel ei olegi mõõtmisvigade tõttu võimalik ühest otsust langetada. Kasutatavas raiealade nimekirjas harvendus- ja turberaideid tõenäoselt ei ole. Seega iga valimisse sattunud juhtu, mis metsateatises on märgitud turbe- või harvendusraideks, käsitletakse eraldi ja otsustatakse vastavalt ka välimõõtmiste mahud.

Paljudel juhtudel ei ole enam reaalne seaduserikkumisi tuvastada: näiteks väiksemad eksimused töökaitse ja tuleohutuseeskirjade suhtes ei kajastu tavaliselt kusagil andmebaasides ja paberkujul arhiivimaterjalide andmeid on raske konkreetse raiealaga siduda.

Tabelis 4 on toodud kogutava andmestiku struktuur ja tunnused, mille hindamine on reaalselt võimalik nii nende olemuse mõttes ja kasutada olevat inim- ja ajaressurssi ning tehnilist varustust arvestades.

Tabel 4. Analüüsi jaoks kogutavad või arvutatavad tunnused

<i>Tunnus</i>	<i>Andmebaasi väli</i>	<i>Selgitus</i>
Raieala kohta kogutavad tunnused		
Ala number	Ala	Number, mille abil seotakse tööde käigus loodavad kaardid ja andmetabelid.
Langi number	Lank	Algab igal alal 1-st. Kui proovialal on ilmselgelt mitu lanki, mis erinevad näiteks omaniku, teatise olemasolu või raieviisi järgi, siis need alad tuleb eristada nii kaardil kui ka andmetabelites.
Teatise number	Teatis	Siia lahtrisse tuleb kanda metsateatise number. Kui teatist ei ole, siis väärtus -1; kui seaduse järgi ei pea olema, siis -2; kui raiet ei ole (valeraideala), siis -3 ja ülejäänud lahtrid võib tühjaks jätta.
Omaniku määrang (Metsaregistri kodeering)	Omanik	R: Riigimets RMK haldusalas. F: Füüsilisele isikule kuuluv eramets. J: Juriidilisele isikule kuuluv eramets. M: Munitsipaal mets. T : Jätkuvalt riigi omandis olev õigusvastaselt võõrandatud ja tagastamisele või erastamisele kuuluv mets. X : Riigile kuuluv muu mets välja arvatud RMK haldusalas olev mets, mis ei kuulu tagastamisele või erastamisele. Y: Ühisomandis olev eramets.
Kvartali tunnus	Kv	Kvartali tunnus (number) kui on võimalik määrata. Riigimetsas on tavaliselt olemas.
Eraldise number	Er	Eraldise number.
Töö pindala	Pind_T	Metsateatises märgitud kavandatud töö pindala. Kui teatist ei ole, siis -1.

<i>Tunnus</i>	<i>Andmebaasi väli</i>	<i>Selgitus</i>
Planeeritud raieliik	R_Liik	Metsateatises märgitud planeeritud raieliik. Kasuta metsateatise lühendeid. Kui teatis puudub, siis see, mis on tegelikult.
Planeeritud maht	Maht	Metsateatises märgitud planeeritud tööde maht (eraldisel).
Takseerimise aasta	TaksAasta	Eraldise takseerimise (metsakorralduse) aasta.
Metsa kategooria	Mkat	Metsakategooria takseerkirjelduse järgi. T=tulundusmets; K=kaitsemets; H=hoiumets
Eraldise pindala	Er_pind	Eraldise pindala takseerkirjelduses.
Kasvukohatüüp	KKT	Takseerkirjelduses märgitud kasvukohatüüp (eraldisel).
Enamuspuuliik	PL	Takseerkirjelduse järgi teadaolev enamuspuuliik.
Boniteet	Bon	Takseerkirjelduse järgi teadaolev boniteet
Vanus	A	Takseerkirjelduse järgi teadaolev enamuspuuliigi vanus
Hinnang tehtud töödele	Hinne	Skaala 0...9. 0 tähendab, et puistu kuulub likvideerimisele või lageraide korral ei ole sellel maalal metsa kasvatamine enam pikemal ajal võimalik. 9 tähendab, et metsatöödel on järgitud parimaid metsanduslikke tavasid.
Kasvavate puude maht.	Maht_kasvav	Peale raiet langile kasvama jäänud seemnepuude jms hinnanguline summaarne tüvemahtmaht (m ³ /langile).
Märkused	Markus	Kui soovite lisada eraldise tasemel mingeid märkusi.
Välimõõtmistega seotud tunnused (pindala kontrolliks)		
Nurga number	Nurk	Langi nurga number
Küljepikkus	Pikkus	Kaugus järgmise nurgani (m)
Sisenurk	Sisenurk	Langi küljejoonte vaheline sisenurk kümnendsüsteemis (KKK, KKK).
X- koordinaat	X	Nurgale GPS abil või digitaalselt kaardilt määratud idasuuna koordinaat.
Y- koordinaat	Y	Nurgale GPS abil või digitaalselt kaardilt määratud põhjasuuna koordinaat.
GPS-i tüüp	GPS	Kui kasutasite GPS vastuvõtjat, siis selle tüüp ja tootja poolt pakutav täpsus (Tüüp/täpsus).
Koordinaatsüsteem	Koord_Sys	Millises süsteemis on määratud nurga koordinaadid. Kasutada võib kahte: 1) Eesti põhikaardi koordinaatsüsteem L-EST ja 2) geograafilised koordinaadid (lat/long) daatumiga WGS84.
Rikkumiste kohta igal alal kogutavad tunnused		
Rikkumise number (ID)	R_nr	Rikkumise järjekorranumber langil. Sama number kirjutatakse punasega välitöökaardile rikkumisega seotud ja piiritletud ala juurde.

<i>Tunnus</i>	<i>Andmebaasi väli</i>	<i>Selgitus</i>
Rikkumised	Rikkumine	(0) Teatist ei ole. (1) Lank on lubatust laiem. (2) Lank on lubatust suurem. (3) Raieliik ei vasta teatises esitatule (näiteks harvendusraide asemel on lageraie). (4) Liitumisajast ei ole kinni peetud. (5) Muud metsa ülestöötamisega seotud rikkumised (rikkumiste tabelisse märkuste lahtrisse lisage 1999...2002 kehtinud metsaseaduse punkti number ja selgitus).
Rikkumisega seotud pindala	Pind_prot	Rikkumisega seotud pindala (1...100%) langi pindalast.
Märkused	Markus	Märkused rikkumiste kohta.
Arvutatud tunnused		
SMI maht	M_SMI	Statistilise metsainventuuri andmetest kasvukoha-tüüpide ja enamuspuliigi järgi arvutatud puidu maht ($m^3 ha^{-1}$), mis omistatakse vastavalt kasvukohatüübi ja endise enamuspuliigi järgi igale raiutud eraldisele.
GIS arvutuslik pind	GIS_pind	Välitööde kaartidel piiritletakse langi piirid. Eraldiste ja langi piirid digitakse ning saadakse võrdluseks arvutuslik pindala.

Andmete kogumine ja töötlus

Andmete kogumine

Juhul, kui langil on mitu rikkumist, siis näidatakse konkreetse rikkumisega seotud pindala osakaal, mis teiste rikkumistega ei kattu. Rikkumiste ühisosa topelt ei arvestata. Andmete kogumisega seonduv on täpsemalt kirjeldatud välitööde juhendis, mis on Lisas 1.

Andmetöötlus

Välitöö andmete põhjal tekib kaardikiht, kus iga välitööks valitud langi kohta on andmebaasis kogutud info. Välitööde kaardid skanneeritakse, pööratakse Eesti põhikaardi suhtes paika ja kaardile kandud raieala piirid digitakse üle nii, et tekivad areaalid. Eristatakse ka langi sisse jäävad eraldised. Igale objektile lisatakse ala, langi ja eraldise number. Kaardikihi alusel on võimalik kontrollida välitöödes esineda võivaid vigu.

Välitöö tegijad sisestavad kogutavad andmed kindla struktuuriga tabelarvutuse lehtedele. Tabelid liidetakse kokku ja ühendatakse kaardiga väljade *Ala*, *Lank* ja *Er* järgi. Rikkumiste tabel ja kaardikiht seotakse *Ala*, *Lank* ja *R_nr* järgi. Andmebaasi lisatakse eraldiste tasemel SMI andmete järgi puidu tüvemaht hektaril ning GIS arvutuslik pindala.

Saadud andmebaasist tehakse kokkuvõtted ja arvutatakse valimhinnangud. Arvutatakse lõplik valimi maht ehk lankide arv ja pindala, rikkumistega seotud pindala ja puidu maht. Rikkumisega

seotud pindala arvestatakse rikkumiste kombinatsioonide järgi st, kui kaks või rohkem rikkumist ruumis kattuvad, siis kattuv pindala (ja ka maht) võetakse ühekordselt arvesse. Koostatakse rikkumiste jaotused omanike ja rikkumiste lõikes pindala, arvu ja puidu mahu järgi ning leitakse hinnangute usalduspiirid. Rikkumistega seotud mahuks harvendusraiate puhul nimetatakse seda osa mahust, mis on seotud puistu harvendamisega üle lubatud normi (Keskkonnaministeerium, 1999b).

Statistiline töötlus

Rikkumiste keskmise hinnangu \hat{p} dispersiooni jaoks kasutame binoomjaotuse jaoks mõeldud usalduspiiride arvutamise eeskirja võrrandid (3) ja (4) (Kiviste, 1998), kuigi see käesoleval juhul ei pruugi olla päris täpne, sest langid on erinevate pindaladega. Vaatluste arvuks võtame lõpliku lankide arvu.

$$P_{\alpha/2} = \frac{k}{k + (n - k + 1) F_{\alpha/2, 2(n-k+1), 2k}} \quad \text{ja} \quad (3)$$

$$P_{1-\alpha/2} = \frac{k+1}{(n-k) / F_{\alpha/2, 2(k+1), 2(n-k)} + (k+1)} \quad , \quad (4)$$

kus $F_{\alpha/2, \nu_1, \nu_2}$ - F-jaotuse $\alpha/2$ täiendkvantiil vabadusastmete arvuga ν_1 ja ν_2 ja α on risk eksida, n on vaatluste arv ning k on rikkumistega seotud vaatluste arv. Kuna raielangid on erineva suurusega, siis rikkumistega seotud vaatluste arvu k leiame rikkumisega seotud mahu ja kogu raiutud mahu suhtena.

Tulemused on nihutatud suurema hulga rikkumiste suunas, kuna nõrgema raiekraadiga harvendusraideid valikus ei ole.

Kasutatud kirjandus ja viited

- Hain, H., Ahas, R., 2004.** Illegal forestry and Estonian timber exports. Eesti Roheline Liikumine. Tartu.
- Keskkonnaministeerium, 1999a.** Nooremate kui saja-aastaste männi- ja kõvalehtpuupuustute, kaheksakümneaastaste kuusikute ning seitsmekümneaastaste kaasikute lageraiet lubava keskmise rinnasdiameetri ja täiuse kinnitamine. Keskkonnaministri 1. aprilli 1999. a määrus nr 38. RTL, 26.04.1999, 68, 892.
- Keskkonnaministeerium, 1999b.** Harvendusraie tegemisel metsa rinnaspindala ja täiuse lubatud alammäärade kinnitamine. Keskkonnaministri 1. aprilli 1999. a määrus nr 39. RTL, 26.04.1999, 68, 893.
- Kiviste, A., 1998.** Matemaatilise statistika algteadmisi ja rakenduslikke näiteid MS Exceli keskkonnas. EPMÜ Metsandusteaduskond. Tartu.
- Kohava, P., 2001.** Eesti metsad 2000. Metsavarude hinnang statistilisel valikmeetodil. OÜ Eesti Metsakorralduskeskus. Tallinn.
- Lang, M., Lükk, T., Uiga, R., 2002.** Lageraiete kaardistamine satelliidi Landsat TM piltidelt. KIK 2001 aasta projekti nr 39 lõpparuanne. Tartu Observatoorium. Tõravere (trükkis avaldamata).
- Lang, M., Lükk, T., 2004.** Ajavahemikel 1992...1993 ja 2000...2002 tehtud lageraiete kaardistamine Landsat TM ja Landsat ETM piltidelt. SA Keskkonnainvesteeringute Keskus

2002. aasta metsanduse programmi projekti 14/3 lõpparuanne. Tartu Observatoorium. Tõravere (trükkis avaldamata).

Peterson, U., 2001. Eesti metsad pealtvaates. Eesti Mets nr. 3.

Peterson, U., 2003. Forest mapping of the Eastern Baltic Region with Landsat Thematic Mapper winter images. Research for Rural Development 2003. 189-192 Latvia University of Agriculture. Jelgava.

Peterson, U., 2004. Mets ja raiesmikud Landsat TM viieteistkümne-aastase aegrea satelliidipildidel. Toim. T. Oja ja T. Nilson. Kaugseire alased uuringud Eestis. Publicationes Instituti Geographici 95 (trükkis vastu võetud).

Traat, I., Inno, J., 1997. Tõenäosuslik valikuuring. Tartu Ülikooli Kirjastus. Tartu.

Uiga, R., Lang, M., Lükk, T., 2003. Raiete kaardistamine kosmosepiltidelt. EPMÜ Metsandusteaduskonna toimetised nr 36: 142-161. Tartu.

Lisa 1. Välitööde metoodika

Satelliidipiltidelt kaardistatud lageraidesarnaste muutuste kontrollimise juhend

Mait Lang
lang@aai.ee

Eesti Põllumajandusülikool Metsakorralduse instituut

Tartu

2004

Sissejuhatus

Väidetavalt on 50% Eestis tehtavatest raietest saadavast puidust ebaseaduslik ehk seotud raiet reguleerivate seaduste sätete rikkumisega. Selge on, et kõiki Eestis tehtud raideid, isegi näiteks ainult ühe aasta ulatuses, kontrollida ei ole võimalik ega ka otstarbekas. Kuigi nii saaks ühese vastuse, on takistuseks kõikide raiealade nimekirja puudumine ning suur rahaline kulu.

Väite kontrollimiseks kasutatakse statistilist meetodit, kus teadaolevatest raiealadest võetakse valim ning valimi põhjal saadud tulemuste alusel tehakse järeldused. Eesti kohta on olemas satelliidipiltidelt tehtud raiete kaardid. Kaartidel on eristatud raided ajaliselt järjestikuste piltide võrdlemise abil. Kaartidele on kantud alad, mis heleduse muutuse kohaselt sarnanevad lageraietele. Kasutatud satelliidipiltide ruumiline lahutusvõime on 30 meetrit ja seetõttu on ka eristatud alad harjumuspäraselt nurgeliste servadega.

Kaardil olevatest aladest valiku tegemiseks koostati võrdkulgsetest kolmnurkadest (küljepikkus 2800m) kaardikiht. Kolmnurkade tippudesse tõmmatud 100 m raadiuse ringiga kokkupuutuvad alad võeti kontrollimiseks ja nendest koostati eraldi kaardikiht. Valikusse võeti raiealaid 667 punktis.

Välitööde eesmärgiks on kontrollida iga valikusse sattunud ala kohta raiete jaoks nõutava dokumentatsiooni ehk siis metsateatise olemasolu, kontrollida looduses piiride vastavust ning proovida hinnata ka veel tuvastatavaid metsa raiumisega seotud rikkumisi. Aluseks tuleb võtta ala tekkimise ajal kehtinud õigusaktid.

Töödeks kasutatavad materjalid

Raiealade kontrollimiseks saate kaardi taustal tehtud väljatrüki, mille järgi raieala looduses üles leida, ning välitööde lehed. Alade piirid peate kandma paljundatud planšetile või välitööde kaardile ning andmed sisestama tabelarvutuse töölehele. Satelliidipiltidelt eraldatud raiealade kohta on teada nende asukoht looduses ning viimase pildi tegemise ajal olnud piirid. Kaardile kantud raiealade piirid võivad teiste kaardikihtide suhtes olla nihkes kuni 30 meetrit. Selle põhjuseks on erinevate kaardikihtide omavahelised vead ning satelliidipiltide ruumiline lahutusvõime ja kaardil paika paneku vead. Kaartidel võib olla niinimetatud valeraiealaid mille põhjuseks on üksikud rümpilved, mida pildi töötlemisel ei suudetud eristada. Lisaks võivad kitsad valeraiealad tekkida maastikuelementide servadesse, kuna pilte ei õnnestu kunagi täpselt üksteise peale panna. Selliseid alasid on tõenäoliselt vähe.

Välitöödeks trükitud töölehtedel (joonis 1) on toodud ala number, mille abil seostatakse välitööde andmete alusel tehtavad kaardid ja andmetabelid. Ala kohta on piltide järgi teada ala tekkimise ajavahemik. Tekkimise alguskuupäeval tõenäoliselt alal raiutud ei olnud. Ajavahemiku lõpu kuupäevaks oli ala kindlasti raiutud. Seda teadmist saab kasutada metsateatise otsimisel. Lisaks on kaardil olemas ka prooviaala keskpunkti koordinaadid (Eesti põhikaardi süsteemis). Nende järgi saab kaardiprogrammides kiiresti õige koha leida. Kindlasti saate kasutada Metsaregistrit ning Maa-ameti kodulehel olevat avalikku „Maainfoga tutvumise teenust“ aadressil www.maaamet.ee.

Hilisema analüüsi tegemiseks on vaja ka mõningaid takseerandmeid (kasvukohatüüp, endine enamuspüülik ja vanus), mis paljudel juhtudel on olemas ainult Keskkonnateenistuses paber kandjal oleval metsamajanduskaval.

Kontrollimisel määratavad ja andmebaasi kantavad tunnused

Tunnused jagunevad üldandmeteks, rikkumisteks ja mõõtmisandmeteks.

Tabel 1. Üldandmetesse kantavate tunnuste selgitused tabelis *Kontroll*

<i>Tunnus</i>	<i>Andmebaasi väli</i>	<i>Selgitus</i>
Ala number	Ala	Number, mille abil seotakse tööde käigus loodavad kaardid ja andmetabelid.
Langi number	Lank	Algab igal alal 1-st. Kui proovialal on ilmselgelt mitu lanki, mis erinevad näiteks omaniku, teatise olemasolu või raieviisi järgi, siis need alad tuleb eristada nii kaardil kui ka andmetabelites.
Teatise number	Teatis	Siia lahtrisse tuleb kanda metsateatise number. Kui teatist ei ole, siis väärtus -1; kui seaduse järgi ei pea olema, siis -2; kui raiet ei ole (valeraideala), siis -3 ja ülejäänud lahtrid võib tühjaks jätta.
Omaniku määrang (Metsaregistri kohaselt)	Omanik	R: Riigimets RMK haldusalas. F: Füüsilisele isikule kuuluv eramets. J: Juriidilisele isikule kuuluv eramets. M: Munitsipaalmets. T : Jätkuvalt riigi omandis olev õigusvastaselt võõrandatud ja tagastamisele või erastamisele kuuluv mets. X : Riigile kuuluv muu mets välja arvatud RMK haldusalas olev mets, mis ei kuulu tagastamisele või erastamisele. Y: Ühisomandis olev eramets.
Kvartali tunnus	Kv	Kvartali tunnus (number) kui on olemas. Riigimetsas on tavaliselt olemas.
Eraldise number	Er	Eraldise number.
Pindala	Pind	Metsateatise märgitud kavandatud töö pindala. Kui teatist ei ole, siis -1.
Planeeritud raieliik	R_Liik	Metsateatises märgitud planeeritud raieliik. Kasuta metsateatise lühendeid. Teatise puudumisel see, mis on tegelikult.
Planeeritud maht	Maht	Metsateatises märgitud planeeritud tööde maht.
Takseerimise aasta	TaksAasta	Eraldise takseerimise (metsakorralduse) aasta.
Metsa kategooria	Mkat	Metsakategooria takseerikirjelduse järgi. T=tulundusmets; K=kaitsemets; H=hoiumets
Eraldise pindala	Er_pind	Eraldise pindala takseerikirjelduses.
Kasvukohatüüp	KKT	Takseerikirjelduses märgitud kasvukohatüüp.
Boniteet	Bon	Takseerikirjelduse järgi teadaolev boniteet
Enamuspuuliik	PL	Takseerikirjelduse järgi teadaolev enamuspuuliik.
Vanus	A	Takseerikirjelduse järgi teadaolev enamuspuuliigi vanus

<i>Tunnus</i>	<i>Andmebaasi väli</i>	<i>Selgitus</i>
Hinnang tehtud töödele	Hinne	Skaala 0...9. 0 tähendab, et puistu kuulub likvideerimisele või lageraide korral ei ole sellel maa-alal metsa kasvatamine enam pikemal ajal võimalik. 9 tähendab, et metsatööl on järgitud parimaid metsanduslikke tavasid.
Kasvavate puude maht.	Maht_kasvav	Peale raiet langile kasvama jäänud seemnepuude jms hinnanguline summaarne tüvemahtmaht (m ³ /langile).
Märkused	Markus	Kui soovite lisada eraldise tasemel märkusi.

Tabel 2. Seaduserikkumistega seotud tunnused tabelis *Rikkumised*

<i>Tunnus</i>	<i>Andmebaasi väli</i>	<i>Selgitus</i>
Ala number	Ala	Vt tabel 1.
Langi number	Lank	Vt tabel 1.
Rikkumise number	R_nr	Rikkumise järjekorranumber langil. Sama number kirjutatakse punasega välitöökaardile rikkumisega seotud ja piiritletud ala juurde.
Rikkumised	Rikkumine	(0) Teatist ei ole. (1) Lank on lubatust laiem. (2) Lank on lubatust suurem. (3) Raieliik ei vasta teatises esitatule (näiteks harvendusraide asemel on lageraie). (4) Liitumisajast ei ole kinni peetud. (5) Muud metsa ülestöötamisega seotud rikkumised (rikkumiste tabelisse märkuste lahtrisse lisage 1999...2002 kehtinud metsaseaduse punkti number).
Rikkumisega seotud pindala	Pind_prot	Rikkumisega seotud pindala (1...100%) langi pindalast.
Märkused	Markus	Kui on rikkumise kohta märkusi

Tabel 3. Mõõtmistega seotud tunnused tabelis *Mõõtmised*

<i>Tunnus</i>	<i>Andmebaasi väli</i>	<i>Selgitus</i>
Ala number	Ala	Vt tabel 1.
Langi number	Lank	Vt tabel 1.
Nurga number	Nurk	Langi nurga number
Küljepikkus	Pikkus	Kaugus järgmise nurgani (m)
Sisenurk	Sisenurk	Langi küljejoonte vaheline sisenuk kümnendsüsteemis (KKK, KKK).
X- koordinaat	X	Nurgale GPS abil või digitaalselt kaardilt määratud idasuuna koordinaat.

<i>Tunnus</i>	<i>Andmebaasi väli</i>	<i>Selgitus</i>
Y- koordinaat	Y	Nurgale GPS abil või digitaalselt kaardilt määratud põhjasuuna koordinaat.
GPS-i tüüp	GPS	Kui kasutate GPS vastuvõtjat, siis selle tüüp ja tootja poolt pakutav täpsus (Tüüp/täpsus)
Koordinaatsüsteem	Koord_Sys	Millises süsteemis on GPS abil või fotolt määratud nurga koordinaadid. Võimalik: 1) Eesti põhikaardi koordinaatsüsteem L-EST või 2) geograafilised koordinaadid (pikkus- ja laiuskraad) daatumiga WGS84.
Märkused	Markus	Märkused

Tabel 4. Kontrollija kontaktandmed tabelis *Kontakt*

<i>Tunnus</i>	<i>Andmebaasi väli</i>	<i>Selgitus</i>
Kontrollija nimi	Nimi	-
Kontakttelefon	Tel	-
E-posti aadress	E-post	-
Ala number	Ala_nr	Vt tabel 1.

Kuidas alasiid kontrollida

Esmalt on mõttekas välja selgitada, kas raieala koosneb ühest või enamast langist. Seejärel tuleb otsida ala kohta metsateatis(ed) ja takseerandmed. Raiealade kohta on teada nende tekkimise ajavahemik, mis on kantud ka välitööde kaardile. Ajavahemiku esimesel kuupäeval raieala veel ei olnud ning viimasel kuupäeval oli ta kindlasti olemas. Metsateatise esitamise tähtaeg ei saa olla seega hilisem, kui ajavahemiku viimane kuupäev. Kandke metsateatise andmed ning vajalikud takseertunnused (kasvkohatüüp, endine enamuspuliik ja vanus) välitöölehtedele ning andmetabelisse. Andmetabel on saadaval internetiaadressilt http://scorpion.aai.ee/~lang/lr_kontroll.htm). Tehke metsamajanduskavast langil olevate eraldiste takseerandmete ning eraldiste kaardi koopia ning lisage välitöölehtedele.

Kontrollige ala looduses üle. Andmeanalüüsiks on vaja pindala. Pindala saamiseks on mitu andmete kogumise viisi. Esimene võimalus on mõõta üle langi külgede pikkused ja sisenurgad. Juhul, kui teil on olemas GPS vastuvõtja, siis piisab ka nurkade koordinaatidest. Kui kasutate odavamaid seadmeid, millel puudub koordinaatide keskmistamise võimalus, siis võtke iga nurga juures vähemalt kaks lugemist kahe kuni viie minuti vahega ning arvutage kummagi koordinaadi keskmine. Kui teil on võimalik kasutada digitaalseid aerofotosid, siis võib langi piirid määrata ka fotodelt, kui on selge, et foto on tehtud kindlasti peale tööde lõppemist.

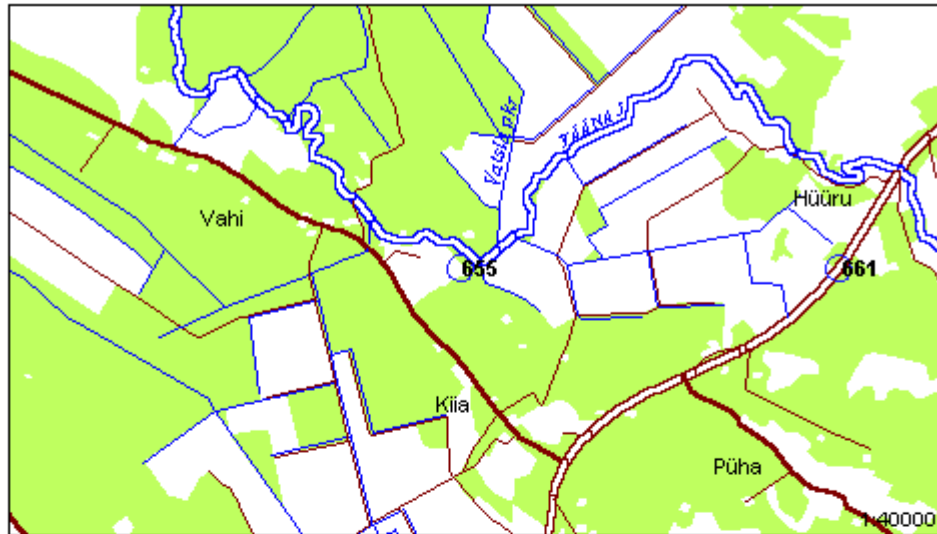
Langi piirideks võtke need, mis looduses tegelikult on. Näiteks satelliidipiltidelt tehtud kaardil võib ala olla väiksem, kui praeguseks looduses (viimase pildi tegemise hetkel oli näiteks töö pooleli või raie tehtud langi erinevates osades) ning raiutud ala on ilmselgelt võetav ühe langina.

Kandke langi tegelikud piirid välitöödeks olevale kaardile. Kui alal oli mitu eraldi lanki, siis langid nummerdatakse alates ühest. Langi numbrile tõmmake ümber ruut, langi nurkade numbrid ümbritsege ringiga, et numbreid oleks võimalik eristada, kui valisite joonepikkuste ja sisenurkade mõõtmise.

Juhul, kui selgub, et langil on rikutud metsa ülestöötamise käigus seadusi, siis piiritlege rikkumisega seotud ala kaardil punase kontuuriga ja täitke rikkumiste tabel. Kui rikkumiste alad kattuvad võite segaduse vältimiseks kasutada lisaks muid värve. Nii kaardile kui ka rikkumiste tabelisse lisage kindlasti rikkumise järjekorranumber, mille järgi saab hiljem andmebaasis kaardi ja muud andmed siduda. Näiteks lubatust laiema langi puhul tuleb rikkumiseks lugeda seda osa langist, mis ületab lubatud.

Hinnake tehtud tööde kvaliteeti skaalas 0...9 ja kandke hinne tabelisse. Hindega seostub tehtud tööde kvaliteet jätkusuutliku metsanduse põhimõtetest lähtuvalt.

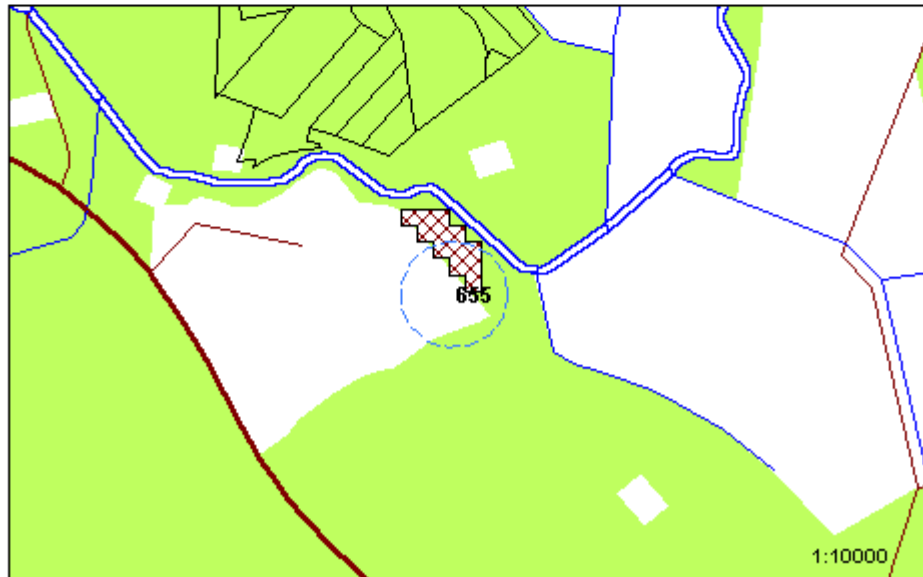
Kontrollitud alade andmed (tabel ja välitöölehed ja koostatud kaart) saatke kohe peale ala lõpetamist välitöölehel aadressil Margarete Jürjo, Rõõmu tee 2, 51013, Tartu. Kui välitöödel tekivad käesoleva uurimuse mõttes ebastandardised olukorrad: näiteks tuleb välja, et harvendus- või turberaidena teatise märgitud ala sarnaneb looduses lageraidele), siis võtke ühendust välitöölehtedel e-posti aadressil lang@aai.ee või margarete.jurjo@metsad.ee. Tabelarvutuse andmebaasi sisestatud andmete failid või aerofotodelt digitud kaardikihid saatke samuti aadressil margarete.jurjo@metsad.ee.



Märkused

Ala nr	X	Y	Maaüksus
655	527.401.0	6.531.903.1	Hanumaa

Raideala tekkimise ajavahemik	
[Red box]	10.06.2000 - 10.08.2002
[Green box]	10.06.2000 - 18.07.2002
[Blue box]	10.06.2000 - 19.08.2002
[Pink box]	10.06.2000 - 31.05.2002
[Yellow box]	10.07.1999 - 10.06.2000
[Light blue box]	10.07.1999 - 18.07.2002
[Cross-hatched box]	14.06.1999 - 29.07.2001
[Green with diagonal lines box]	29.07.2001 - 31.05.2002



Joonis 1. Välitööde leht, kus on ülevaatekaart 1:40000), ala koordinaadid, raieala tekkimise ajavahemik ning raieala asendiskeem (1:10000)