

Sisekaitseakadeemia

Päästekolledž

Rauno Laar

**ETTEPANEKUD FREESTURBA KAEVANDAMISALADE  
KUSTUTAMISE JUHENDMATERJALI KOOSTAMISEKS**

Lõputöö

Juhendaja:

Ain Karafin, MA

Kaasjuhendaja:

Kuido Kriisa

Tallinn 2016

# SISEKAITSEAKADEEMIA LÕPUTÖÖ ANNOTATSIOON

Päästekolledž	Kaitsmine: Juuni 2016
<p>Töö pealkiri eesti keeles: Ettepanekud freesturba kaevandamisalade kustutamise juhendmaterjali koostamiseks.</p> <p>Töö pealkiri võõrkeeles: Suggestions for Drawing up Guidelines for Extinguishing Milled Peat Mining Areas</p> <p>Lühikokkuvõte: Lõputöö maht koos lisadega on 40 lehekülge ja sisaldab ühte tabelit ja 12 joonist ning 3 lisa. Lõputöö on kirjutatud eesti keeles, võõrkeelne kokkuvõte on inglise keeles.</p> <p>Lõputöö eesmärgiks on teha ettepanekuid freesturba kaevandamisalade kustutamise juhendmaterjalide koostamiseks.</p> <p>Lõputöö eesmärgi saavutamiseks on koostatud järgmised uurimisülesanded:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Anda ülevaade freesturba kaevandamisalade kustutamise teoreetilistest lähtekohtadest.</li><li>• Analüüsida turbakaevandamisettevõtete kogemusi freesturba kaevandamisalade kustutamisel.</li><li>• Teooria ja uuringu analüüsi tulemusena teha järeldused ja ettepanekud freesturba kaevandamisalade kustutamise juhendmaterjali koostamiseks.</li></ul> <p>Uuringu eesmärgiks on selgitada empiirilise uuringuga turbakaevandamisettevõtete kogemusi põlevate freesturbaväljakute kustutamisel. Selleks koostati neljaosaline struktureeritud ankeetküsimustik, mis saadeti 16 turvast kaevandavale ettevõttele.</p> <p>Autori hinnangul peaksid juhendmaterjalid sisaldama: tulekahjude liigitust, tekkepõhjust ja arengut mõjutavaid tegureid, freesturba aunade isekuumenemist, kustutamise põhimõtteid, alternatiivseid kustutamise ja lokaliseerimise meetodeid, kustutustööde taktikat ja otsustava suuna valikut mõjutavaid tegureid ning ohutustehnikat kustutustöödel. Lõputöö tulemusi on võimalik töögruppides edasi arendada eraldi juhendi või õppematerjalide koostamisel.</p>	
Võtmesõnad: freesturvas, turbamaardlad, turbatööstus, tuletõrje, kaevandustulekahjud metsatulekahjud . <a href="https://ems.elnet.ee/">https://ems.elnet.ee/</a>	
Võõrkeelsed võtmesõnad: <i>shredded peat, peat mineral deposit, peat industry; fire-fighting, mine fires, forest fires</i> <a href="https://ems.elnet.ee/">https://ems.elnet.ee/</a>	
Lõputöö seos riiklike arengukavade ja prioriteetidega: „Siseturvalisuse arengukava 2015...2020“ „Päästeameti strateegia 2015...2025.“	
Säilitamise koht: SKA raamatukogu	
Töö autor: Rauno Laar	
Olen koostanud lõputöö iseseisvalt. Kõik lõputöö koostamisel kasutatud teiste tööde autorite tööd, seisukohad, kirjalikest allikatest ja mujal allikates saadud info on nõuetekohaselt viidatud. Olen nõus oma lõputöö avaldamisega elektroonilises keskkonnas.	
Allkiri: allkirjastatud digitaalselt	
Vastab lõputöö nõuetele	
Juhendaja: Ain Karafin	Allkiri: allkirjastatud digitaalselt
Vastab lõputöö nõuetele	
Kaasjuhendaja: Kuido Kriisa	Allkiri: allkirjastatud digitaalselt
Kaitsmisele lubatud	
Kolledži direktor: Ain Karafin	Allkiri: allkirjastatud digitaalselt

# SISUKORD

MÕISTETE JA LÜHENDITE LOETELU .....	4
SISSEJUHATUS .....	5
1. TURBATULEKAHJUDE PÕHJUSED JA KUSTUTAMINE .....	7
1.1. Turbatulekahjude liigitus, arengut mõjutavad tegurid .....	7
1.2. Turbatulekahjude põhjused ja põlemisprotsessi olemus .....	10
1.3. Turbatulekahjude kustutamine ja ohud kustutustöödel .....	14
2. UURING .....	22
2.1. Uuringu metoodika .....	22
2.2. Uuringu tulemused ja järeldused .....	23
2.3. Ettepanekud juhendi koostamiseks .....	27
KOKKUVÕTE .....	30
SUMMARY .....	32
VIIDATUD ALLIKATE LOETELU .....	34
TABELITE JA JOONISTE LOETELU .....	36
LISAD .....	37
Lisa 1. Kaevandatavad ja kaevandamisest väljalangenud turbaalad .....	37
Lisa 2. Ankeetküsimustik .....	38
Lisa 3. Ettevõtted .....	40

## MÕISTETE JA LÜHENDITE LOETELU

**Aun** – piklik kuhi kaevandamisalal turba hoiustamiseks. (Tallinna Tehnikaülikool mäeinstituut, 2016)

**Hästilagunenud turvas** – hästikõdunenud madalsooturvas. Kasutatakse peamiselt kütteks, väetiste ja kompostide valmistamiseks, aktiivsöe ja vaha tootmiseks ning mudaravis. (Tallinna Tehnikaülikool mäeinstituut, 2016)

**Jääksoo** – turbakaevandus, kus on turvas ammendunud ja kaevandamine lõppenud. (Paal, et al., 2007, lk. 44)

**Jäätraba** – raba, kust on kaevandatud ära pealmine kiht vähelagunenud turvast ja alles on jäänud alumine kiht hästilagunenud turvast. (Reinsalu, 2011, p. 107)

**Turvas** – Turvas on suure veesisaldusega taimejäänustest ja huumusest koosnev orgaaniline sete. (Paal, et al., 2007, lk. 7)

**Vähelagunenud turvas** – vähekõdunenud kõrgsoo- ehk rabaturvas. Kasutatakse aiandusturbana, allapanuks lautades ning söödalisandite, kasvustimulaatorite ja absorbeerivate materjalide tootmiseks. (Mäeinstituut, 2016)

## SISSEJUHATUS

2014. aastal oli Eesti maavarade bilansis 280 turbamaardlat. Ettevõtteid, kellele on väljastatud kaevandamislube, leidub kõikides maakondades. Lisaks eelmainitule on tuhandeid hektareid jääksoid ja jäätraba (vt Lisa 1). Jäätrabad kuuluvad riigile ja seal ei kaevandata turvast ega ole ka korraldatud igapäevane tulevalve. (Roosalu, 2015, lk 6; Reinsalu, 2011, lk 107)

Freesturbaväljadel areneb soodsatel tingimustel pinnatuli kiiresti. Nendeks tingimusteks on eelnenud põud, pinnakihi niiskus alla 30%, tuul üle 3m/s. Tuule kiirusel 10 m/sek levib tuli 6...7 m/sek, st. kiiremini, kui inimene kõnnib ja sädemed võivad levida kuni 70 m kaugusele. (Повзика, *et al.*, 1984, c. 258) Paari tunni jooksul võib kogu raba olla tules. Tavaliselt on tootmises 200...500 ha, seega mõne tunniga võib tekkida hädaolukord. (Avalikkuse hädaolukorra tekkimise vahetust ohust, hädaolukorrast ja hädaolukorra lahendamise teavitamise kord ning nõuded edastatavale teabele, 2010). Kui metsatulekahjul saab põlevaine otsa, siis turbaväljadel võib kesta hõõguv põlemine kogu ala ulatuses ja ka tuhakihi all. Väga oluline on tegutseda kiiresti tulekahju algfaasis tule leviku piiramiseks. Turba põlemisel tekib ohtralt põlemisgaase, mille tõttu võib tekkida vajadus asulatest inimeste evakueerimiseks. Mitmeks päevaks, kui mitte nädalateks, on päästeressurss hõivatud. Kaasneb ka majanduslik kahju.

Enamike päästekomandode väljasõidupiirkonda jäävad turbakaevandamisalad (vt Lisa 1), ning päästemeeskondadel on kohustus õnnetuse korral reageerida. Tulekahjude kustutamisel turbapinnasel on oma eripärad ja ohud, mida teades saab vähendada tulekahju kustutamisele kuluvat aega ja ressursse. Lõputöö **aktuaalsus** seisneb selles, et need kustutusmeetodid, mis on osutunud päästeteenistujate igapäevases töös efektiivseks, ei pruugi olla efektiivsed turba kustutamisel ning ei olda alati kursis alternatiivsete kustutusmeetoditega ja kustutustöödel valitsevate ohtudega. Sellepärast on vajalik koostada eelkõige operatiivtööd tegevatele päästeteenistujatele ja vabatahtlikele päästjatele turbakaevandamisalade kustutamise juhendmaterjalid. Juhendmaterjalidest saavad kasu ka turvast kaevandavad ettevõtted. Teema aktuaalsus on seotud raamdokumentide „Siseturvalisuse arengukava 2015...2020“ ja „Päästeameti strateegia 2015...2025“ eesmärkide saavutamise saavutamise: metsatulekahjude päästevõimekuse tõstmine,

teenistujate kompetentsi tõstmine, tulekahjude lokaliseerimiseks kuluva aja vähendamine ja keskkonnakahjude vähendamine.

Metsatulekahjude kustutamise kohta on koostatud juhendmaterjale, aga turbakaevandamisalade kustutamise kohta eestikeelseid juhendeid ei ole teada. Lõputöö **uudsus** seisnebki selleks otstarbeks tehtud uuringute ja kustutusmeetodite põhimõtete analüüsimises ning nende põhjal autori poolt koostatavates ettepanekutes. Kuna töö maht on piiratud, siis keskendume põhiliselt freesturba väljakute ja aunade kustutamisele. Lõputöö **uurimisprobleemiks** on: milliste vahendite ja meetoditega on võimalik freesturba kaevandamisaladel kiiresti arenevat tulekahju lokaliseerida ja kustutada? Uurimisprobleemi lahendamiseks on sõnastatud **uurimisküsimused**:

- Kui tihti ja mis põhjustel tekivad turbatulekahjud?
- Missugused tule lokaliseerimise ja kustutamise vahendid ning meetodid on praktikas osutunud kõige otstarbekamaks?
- Milliste ohtudega tuleb kustutustöödel arvestada?

**Lõputöö eesmärgiks** on teha ettepanekuid freesturba kaevandamisalade kustutamise juhendmaterjalide koostamiseks. Lõputöö tulemusi saab hiljem töögrupis edasi arendada eraldi juhendi koostamiseks või kasutada ühe osana metsakustutusjuhendist.

Lõputöö eesmärgi saavutamiseks on koostatud järgmised **uurimisülesanded**:

- Anda ülevaade freesturba kaevandamisalade kustutamise teoreetilistest lähtekohtadest.
- Analüüsida turbakaevandamisettevõtete kogemusi freesturba kaevandamisalade kustutamisel.
- Teooria ja uuringu analüüsi tulemusena teha järeldused ja ettepanekud freesturba kaevandamisalade kustutamise juhendmaterjali koostamiseks.

Lõputöö koosneb kahest osast: **esimeses**, teoreetilises osas, käsitletavad teemad on järgmised: tulekahjude liigitus ja arengut mõjutavad tegurid; tulekahjude tekkepõhjused, turba põlemisprotsessi olemus; aunade isekuumenemine; erinevad kustutusmeetodid ja ohud kustutustöödel. **Teises** osas käsitletakse uurimistöö metoodikat, milleks on ankeetküsitlus turbaettevõtetele, analüüsitakse saadud tulemusi ja seoseid teooriaga, tuuakse välja järeldused ja ettepanekud.

# 1. TURBATULEKAHJUDE PÕHJUSED JA KUSTUTAMINE

## 1.1. Turbatulekahjude liigitus, arengut mõjutavad tegurid

Turbatulekahjud liigitatakse kahte gruppi: pinnatuli ja sellest soodsatel tingimustel edasi arenenud maatuli. Kõige kiiremini levib pinnatuli, kuna toimub tuulega põlevate turbaosakeste edasikandumine ja uute tulekollete moodustumine ning protsess kordub üha uuesti (vt Joonis 3.). (Alton, 2003, lk. 110-111; Повзика, *et al.*, 1984, c. 257–258) Tule leviku kiirust mõjutavad omavahel seotud kolm põhilist komponenti: kütus, ilmaolud ja maastik. Kütuse juures on olulised – kolm komponenti: osakeste suurus ja tihedus, niiskuse sisaldus, kütteväärtus. Lademikust lahti freesitud turbaosakeste suurus ei ületa tavaliselt 25 mm. Mida väiksemad on osakesed, seda paremini kanduvad need tuulega edasi ja on mõjutatavad ümbritsevast keskkonnast – temperatuurist ja õhuniiskusest. See tähendab, et nad kuivavad kiiremini ja süttivad paremini. Teiseks oluliseks parameetriks, mis mõjutab tule levikut, on kütuse (pindmise turbakihi) niiskus. Turvas, mille niiskustase on 30-38% või sellest vähem, süttib väga hästi. Üle 50...60% niiskusega turvas üldjuhul sädemest ei sütti ja niiskusel 69...72% tuli kustub. Kütteväärtusest sõltub ümbritsevasse keskkonda antav soojushulk ning sellest omakorda maatule leviku kiirus, tavaliselt 2–5 m ööpäevas. Vähelagunenud turbal on kütteväärtus madalam kui hästilagunenud turbal. Kõige kõrgem on kütteväärtus aunades isekuumenemise tagajärjel tekkinud poolkoksil. (Pyne, *et al.*, 1996, p. 46; Heikkilä, *et al.*, 2010, pp. 84-85; Требнев, *et al.*, 2007, c. 234; Сегодня & Булва, 2012, c. 81-85)

Nimetuse ilmaolud all on järgmised tule levikut mõjutavad tegurid aastaaeg, kellaeg ning kliimaatilised tingimused. Aastaaeg – maist kuni augustini on pinnatule leviku oht suurem kui teistel kuudel. Aunade isekuumenemine ja isesüttimine toimub enamasti perioodil august – detsember. Ööpäeva lõikes on kõige ohtlikum aeg kella üheksast hommikul kuni kella üheksani õhtul, sest sellel ajal on kõige intensiivsem päikesekiirgus, madalam õhuniiskus, kõrgem õhutemperatuur. See on aeg, millal toimub intensiivne niiskuse aurumine turbast. Päikesepaistelise ilmaga võib õhutemperatuuril 20–25°C kuumeneda rabas turba pind 40–45°C ja sellelt aurub keskmiselt 3,5 kg vett igalt ruutmeetrilt ööpäevas (35t – hektarilt). Suurte temperatuuride erinevuste tõttu päeval ja

öösel tekib õhtuti kaste. Sõltuvalt asukohast on tuleohtlikum aeg pärast 1-2 nädalast sademeteta perioodi. Tekib olukord, kus pinnalt niiskuse aurumine on suurem kui kapillaarvee juurdevool. Kiiremini toimub see rabades, mis saavad oma vee põhiliselt sademetest, vähem siirde- ja madalsoodes, mis lisaks sademetele toituvad ka põhjaveest (vt Joonis 1). (Heikkilä, *et al.*, 2010, pp. 92–96; Смирнов, *et al.*, 2007, с. 41; Повзика, *et al.*, 1984, с. 257; Сегодня & Булва, 2012, с. 82; Требнев, *et al.*, 2007, с. 228–229; Üksvärav, 1960, lk 13–15)



Joonis 1. Turbakaevandamisalade läbilõike skeem (Üksvärav, 1960, lk 14–15; autori koostatud)

Tuul mõjutab tule levikut põlevate osakeste edasikandmisega, õhu juurdevooluga põlemiskoldesse ja tuha eemaldamisega põlemiskoldest. Mingil määral on tugeval tuulel tulekoldele ka jahutav mõju. Põlevate osakeste levimise kaugus sõltub tuule kiirusest. Edasikandumine algab juba 3 m/s puhuva tuulega, 10 m/s levivad sädemed ca 70 m ja üle 20 m/s puhuva tuulega 200–400 m kaugusele. 3–4 meetri kõrgustelt turbaaunadelt lenduvad sädemed levivad 15–20 korda kaugemale kui maapinnalt levivad sädemed. Tabelis 1 on toodud seos tule leviku kiiruse, põlenguala suuruse ja tuule kiiruse vahel. Palavate ilmadega võivad tekkida väiksemad trombid (tuulispask, vihur), mis omakorda võivad kanda põlevaid osakesi sadade meetrite kaugusele. Tuule kiirusel üle 15 m/s hakkab freesturvas aunadest lenduma, mis piirab nähtavust ja raskendab kustutustöid. Tuule kiirusest sõltub ka põleva ala kuju: vaikse tuulega on see peaaegu ümmargune või ellipsikujuline, suure tuulega on tulekolde kuju väljavenitatud pirni või sigarikujuline. Erinevatest suundadest puhuva muutliku tuulega tekivad põlengualale harud, nagu ka looduslike või tehislake takistuste olemasolul. Tuule kiirus on ööpäeva lõikes tsükliline – päeval on kiirus suurem, õhtuti ja öösel üldjuhul väiksem. (Сегодня & Булва, 2012, с. 28; Alton, 2003, p. 108–109; Требнев, *et al.*, 2007, с. 230; Heikkilä, *et al.*, 2010, pp. 101)

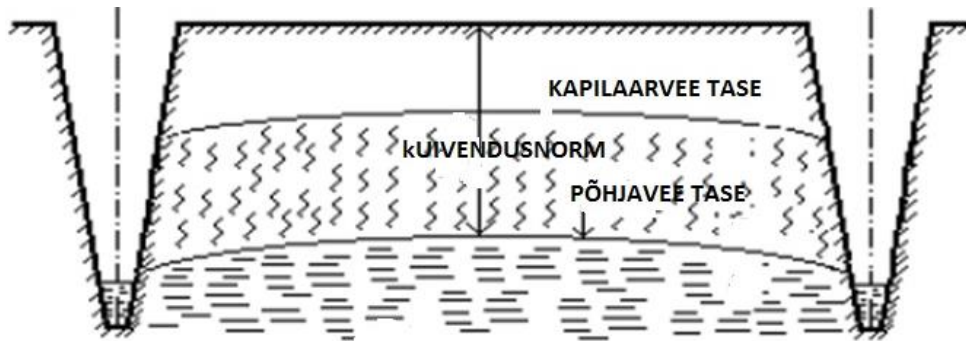


Tabel 1. Tulekahju pindala suurenemine sõltuvalt tuule kiirusest. (Сегодник & Булва, 2012, c. 87; autori tõlgitud)

Tuule kiirus m/s	Tule levik m/h	Tulekahju pindala ha									
		Tulekahju algusest möödunud aeg tundides									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10	220	1,5	6,3	12,2	25,4	40	57	78	103	128	158
12	300	4,3	17,2	39	69	103	155	212	276	350	431
14	600	8,8	35,4	80	142	221	319	414	566	717	885
16	850	14,8	59	134	235	370	530	726	947	1200	1480
18	1170	21,4	86	192	343	535	770	1050	1370	1735	2140
20	1500	26,4	106	238	423	660	950	1300	1690	2140	2640

Maastiku alla kuulub: sadades hektarites lage tuulele avatud ala, palava ilmaga tõusvad õhuvoolud, looduslikud tule leviku takistused ja tehnikult valmistatud tuletõkkeribad, kapillaarvee ja põhjavee tase ehk kaevandamisväljakute niiskusrežiim. Paarinädalase põuaperioodi tagajärjel soojeneb turba pind nii palju, et pindalalt suurtel kaevandamisaladel tekivad tõusvad õhuvoolud, mis lükkavad sajupilved raba kohalt ära ning soodustavad lokaalsete trombidete teket. Tule leviku takistusteks on veekogud (tiigid, järved, jõed), kattedega teed, laiema kraavid, lehtpuudega kaetud ribad ja mineraalse pinnaga tuletõkkeribad. Tule levik sõltub ka turbalademiku veesisaldusest ehk niiskusrežiimist. Niiskusrežiim sõltub omakorda vee juurdevoolust, kapillaarvee tasemest (vt Joonis 2), sademetest ning aurumisest. Rabades (vt Joonis 1) sõltub vee juurdevool ainult sademetest, seega võib juhtuda, et põua tagajärjel kuivab lademiku pealmise kihi niiskus alla 55% ja on võimalus pinnatule arenemiseks maatuleks. Siirde- ja madalsoodes toimub vee juurdevool lisaks sademetele ka põhjaveest. Seda peaks arvestama veevõtukohtade valikul ning võimalusel peaks eelistama vooluga ja põhjaveelise toitega veekogusid. (Tallinna Tehnikaülikool mäeinstituut, 2016; Heikkilä, *et al.*, 2010, p. 97)

Kaevandamisväljakute veesisaldust iseloomustab kaudselt kuivendusnorm (vt Joonis 2): vähelagunenud turbal on see vähemalt 1m, hästilagunenud turbal vähemalt 0,8m. Vähelagunenud turba veemahutavus on suurem kui hästilagunenud turbal. Kui kuivendusnorm on üle 0,9–1 m, tähendab see, et veepinna tase kuivenduskraavis on madalamal kui 1m ja on suur tõenäosus, et pindmise kihi niiskus on väiksem, mistõttu on võimalik maatule areng. (Семенова, 2015, c. 324; Смирнов, *et al.*, 2007, c. 42–43)



Joonis 2. Väljakute niiskuse režiim. (Смирнов, *et al.*, 2007, c. 43; autori tõlgitud)

Madalama niiskuse sisaldusega kohtades on tule levik kiirem, samuti raudtee ja aunade läheduses, kraavide kallastel, tehnika liikumisteedel, puujuurte läheduses ja nende all. Kokkuvõtvalt võib väita, et tule leviku kõige olulisem faktor on turba niiskus, teised tegurid ainult mõjutavad seda, kuid vähem.

## 1.2. Turbatulekahjude põhjused ja põlemisprotsessi olemus

Turbatulekahju tekkepõhjused võib liigitada inimtegevuse tagajärjel tekkinud ja loodusjõudude poolt põhjustatud tulekahjudeks.

Loodusjõudude poolt põhjustatud turbatulekahjud tekivad (Требнев, *et al.*, 2007, c. 217–218):

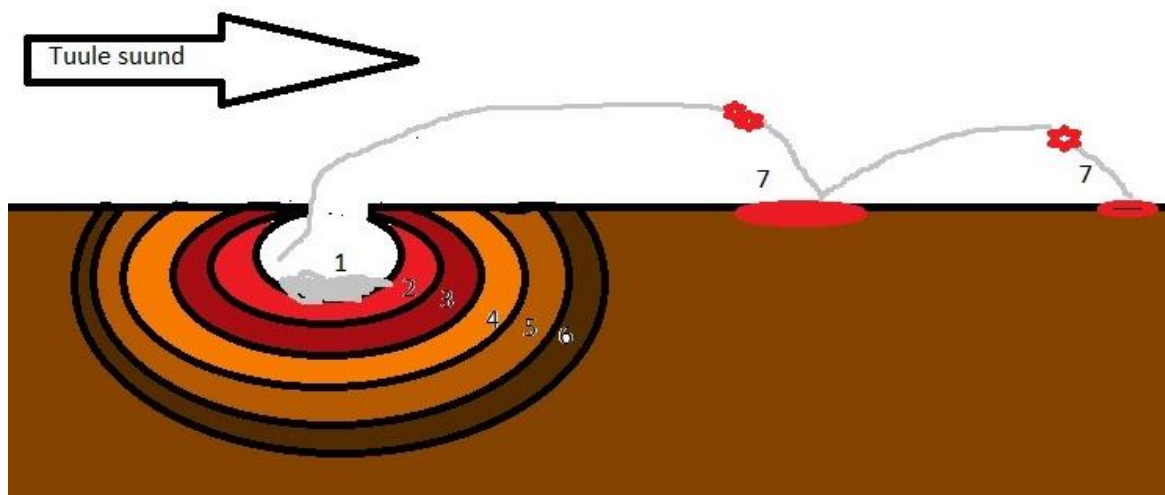
- välgu tabamuse tagajärjel;
- turbaaunade isekuumenemise tagajärjel.

Inimtegevuse tagajärjel põhjustavad turbatulekahju (Смирнов, *et al.*, 2007, c. 371; Требнев, *et al.*, 2007, c. 217–218):

- mootoritest lenduvad sädemed (autod, traktorid, vedurid);
- rabas töötava tehnika kuumadele detailidele kogunenud turbatolmu süttimine;
- vigased mootorite väljalaskesüsteemid;
- hõõrdumisel kuumenenud laagrid;
- seadmete tööorganite kokkupuutel kividega tekkinud sädemed;
- seadmete masinate vigastest elektrijuhtmetest;
- suure tuulega kaevandamisala läbivate elektriliinide lühisest tekkinud sädemed;

- hooletu ümberkäimine lahtise tulega;
- suitsetamine;
- päiksekiiri koondavad klaasikillud, pudelid.

Turvas põleb kaevandamisväljakutel enamasti hõõguvalt, aga sõltuvalt turba koostisest ja puidu osakaalust selles võib esineda ka lühiajalist leegiga põlemist. Turbatolmu plahvatuslikku põlemist on esinenud väga harva (näiteks küttefreesturba pööramisel, kui traktor on jäänud alla tuult). Plahvatuslikuks põlemiseks vajalikud tingimused on: niiskus 20%, tuha sisaldus 5,4%, alumine süttimispiir 10 kg/m<sup>3</sup> (Talvari, 2009, lk 195). Turba süttimistemperatuur algab 225°C (Tehnikaülikool, 2016, lk. 34). Turba orgaaniline osa sisaldab ühendites: 55-66% süsiniku, 5–6% vesiniku, 35–39% hapniku ja lämmastikku ning vähesel määral väävlit. Kuna hapnik on ühendites, siis ei tõsta see turba kütteväärtust ega soodusta põlemist. Põlemisel turvas aurustub tahkest olekust gaasilisse ja seguneb õhuga moodustades põleva segu. (Talvari, 2009, lk 5,30; Üksvärav, 1960, lk 18)



Joonis 3. Tulekolde areng 1 – tuha kiht, 2 – põlemistsoon, 3 – pürolüüsi tsoon, 4 – kuivamistsoon, 5 – lenduvate põlemisjääkide kanal, 6 – suurenenud niiskusega turbakiht, 7 – sädemetest arenenud uued kolded (Pyne, *et al.*, 1996, p. 28; Фалюшин, 2011, с 204–206; autori koostatud)

Algfaasis suur osa põlemisel tekkivast soojusest hajub õhku ja temperatuur tulekoldes on vahemikus 300–500°C. (Требнев, *et al.*, 2007, с. 229) Süttimisest areneb paari tunni jooksul tulekolle 2–4 cm sügavuseni ja tule levik hakkab pidurduma, kuna tekkinud tuha

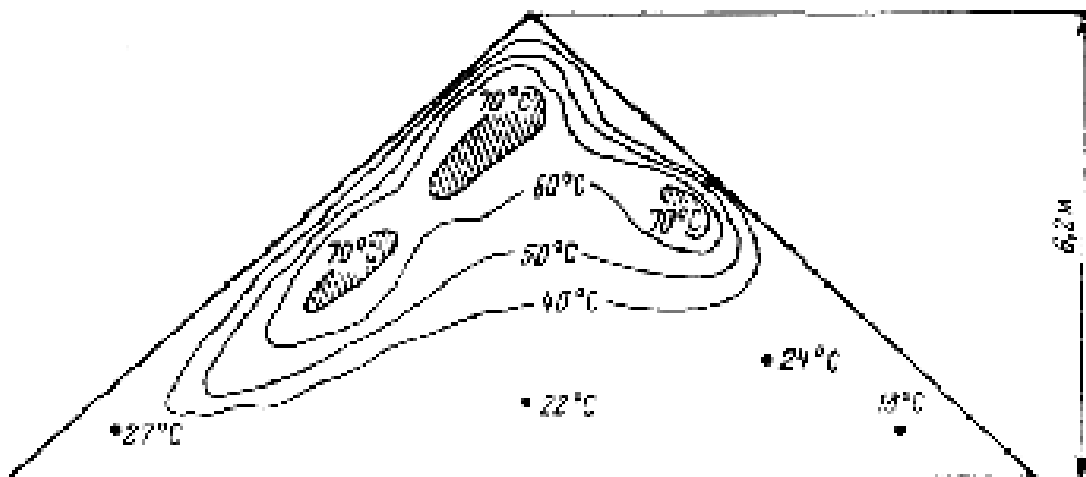
ja paakunud turba kiht takistab õhu juurdevoolu. (Требнев, *et al.*, 2007, c. 229) Kui turba põlemisel eralduv soojushulk pinnasesse on suurem turbalademikust vee aurustamiseks, siis levib tuli ka pinnasesse. Turvas on hea soojusisolaator ja seetõttu põlemise jätkudes ei haju enam suur hulk põlemisel tekkivast soojusest, vaid jääb tulekoldesse ning selle temperatuur võib tõusta kuni 800...900°C. (Reinsalu, 2011, lk 175; Alton, 2003, lk 105; Фалюшин, 2011, с. 205). Pinnasesse ja ka aunadesse arenenud tulekoldesse moodustuvad erinevad tsoonid ja selle kuju sarnaneb ellipsile (joonis 3). (Pyne, *et al.*, 1996, p. 28) Põlemistsoonis toimub turba põlemisproduktide ühinemine hapnikuga ja temperatuur võib tõusta 800–900°C. Pürolüüsitsoonis on temperatuur 200–500°C ning toimub turba aurustumine gaasilisse olekusse ja vee aurumine. Kuivamistsoonis toimub turbas sisalduva vee eraldumine ja juhtimine tsooni ümbritsevatesse kihtidesse ning läbi nende ka atmosfääri. (Фалюшин, 2011, с. 205) Turvapinnases levib tuli kuni mittepõleva mineraalpinnaseni või kuni põhjavee tasemeni. Tule levik sõltub lademiku niiskusest ja sellest, kui sügavale on tulekahju arenenud. Lademiku niiskuse juures kuni 50-55% eraldub põlemisel niipalju soojust, et toimub vee aurumine ja turba eelkuivamine ning põlemine jätkub (Семенова, 2015, с. 323). Kui niiskus on suurem ja/või põlemisel eraldub tulekoldesse vähem soojust, siis on võimalik ka tule leviku pidurdumine või koguni tulekahju kustumine. Näiteks keskmisel (15 mm) sügavusel freesitud kuiv turbakiht põleb ära 20 minuti jooksul. Kui selle aja jooksul ei arene tuli pinnasesse, siis tulekahju kustub (Сегодня & Булва, 2012, с. 83). Seega turbalademiku niiskusest ehk kaevandamisväljakute niiskusrežiimist sõltub see, mis vahenditega ja millist tulekustutustööde taktikat rakendada.

Freesturbaaunade isekuumenemine ja selle tagajärjel isesüttimine tekib füüsikaliste, bioloogiliste ja keemiliste protsesside koostoimel. Kogumise ajal on turba temperatuur võrdne õhutemperatuuriga 15–25°C, mis on soodus keskkond (10–67°C, niiskus 35–50%) bakterite ja seente elutegevuseks ning mille tulemusel eraldub keskkonda soojust. Väga kuiv ja ka väga märg turvas ei ole mikroorganismide arenguks soodne keskkond. Üldjuhul üle 50% niiskusega turbaaunad ei sütti. Temperatuuridel 40–60°C hakkavad toimuma ka keemilised protsessid, mille tagajärjel eraldub soojust veelgi rohkem. Temperatuuridel üle 70°C soojenemisprotsess intensiivistub ja selle tulemusel tõuseb temperatuur veelgi ning aunades hakkab tekkima poolkoks. Poolkoks on vähese niiskusesisaldusega süsinikuga rikastatud poorne mass, millele on iseloomulik spetsiifiline terav kirbe lõhn. (Talvari, 2009, lk 96; Смирнов, *et al.*, 2007, pp. 262–265)



Joonis 4. Isekuumenenud aun. Noolega näidatud kohas on näha, kuidas poolkoksi tekkimise tagajärjel on aun vajunud ja kuumenemise tagajärjel on lumi auna pealt sulanud. (foto G. Leppiku erakogust; autori poolt täiendatud)

Poolkosi tekke tagajärjel freesturba maht aunas väheneb kuni 10%, aun vajub kokku ja ei ole enam kolmnurkse ristlõikega, muutudes ümaramaks, ja on teistest auna osadest madalam (vt joonis 4). Suure tuulega (tavaliselt sügistormidega) pääseb õhk vajumisel tekkinud pragudest koksistunud turbani, mille tagajärjel turvas süttib.



Joonis 5. Turbaaunas kaheksakuulisel hoiustamisel tekkinud kõrgema temperatuuriga alad. (Смирнов, *et al.*, 2007, c. 263)

Isesüttinud aunade otsa ronimine on keelatud, sest on oht sattuda tulekoldesse ja kuumenenud turbale õhu ligipääsu suurenemisel võivad tekkida uued kolded. Nagu jooniselt 5 on näha, ei tõuse temperatuur kogu aunas ühtlaselt, vaid see toimub kolletena või ainult auna teatud osades. Kõrgema temperatuuriga piirkonnad on tavaliselt 1–1,5 m auna pinnast, kuna kuumenemiseks on vajalik ka gaasivahetus väliskeskkonnaga – süsihappegaasi eraldumine ja hapniku lisandumine. Aunade isekuumenemist uurinud teadlaste poolt on täheldatud, et kattes aunad õhukindlalt kilega või märja turba kihiga, isesüttimisprotsess pidurdub ja temperatuur alaneb. (Talvari, 2009, lk 96; Смирнов, *et al.*, 2007, c. 262–265)

Aunade isesüttimine sõltub järgmistest teguritest (Смирнов, *et al.*, 2007, c. 262–265):

- turba keemilisest koostisest; aunade kujundamisest (kõrgus, puistetihedus, niiskus);
- välistest teguritest (õhutemperatuur, päikeseiirgus, sademed);
- hoiuperioodi pikkusest (realiseeritakse enne, kui temperatuur aunas tõuseb);
- kasutusaastast (esimestel kasutusaastatel on oht isekuumenemiseks ja süttimiseks suurem kui järgnevatel).

### **1.3. Turbatulekahjude kustutamine ja ohud kustutustöödel.**

Tulekahju levikuks ja jätkumiseks on vaja kolme komponenti: õhku (hapnik), põlevainet ja temperatuuri. (Heikkilä, *et al.*, 2010, p. 82; Talvari, 2006, lk 43)

Hapnik – kustutamise põhimõte on takistada hapniku juurdepääsu põlevainele. Kasutusel on kaks põhilist meetodit. Kõige efektiivsem on kustutamine veega. Et turvas sisaldab bituumeneid ja vaha, siis on kustutusveele märgajat lisades efektiivsus 4–5 korda suurem. Kuna märgaja kasutamine on kulukas, siis võiks seda rakendada tulekahju algfaasis pindalal kuni 0,2 ha. Teiseks meetodiks on tulekolde katmine lademikust või kraavidest märja turbakihi paksusega alates 10 cm ja seejärel tihendamine. (Heikkilä, *et al.*, 2010, p. 84; Üksvärav, 1960, lk 118; Требнев, *et al.*, 2007, c. 235, 257)

Põlevaine (turvas) – kustutamise põhimõte on niiskuse tõstmine seisundini, kus turvas enam ei põle. Siin on samuti kaks põhilist meetodit. Esiteks niisutamine veega. Õhkuiv

turvas märgub raskelt ja selleks kulub aega, seepärast on soovitatav kasutada märgamiseks seenevihmale sarnanevat pihustatud juga. Tuleb arvestada, et turvas on poorne materjal, mis võib imada sisse 7–8 korda rohkem vett kui ta ise kaalub. ja et paari tunni jooksul filtreerub vesi läbi turba. Seda tuleb arvestada just tuletõkestusribade rajamisel. Vee kulu on 4–5 cm paksuse kihi niisutamiseks 8–15 liitrit ühele ruutmeetrile minutis ja ühe kuupmeetri turba niisutamiseks kulub umbes 330 l vett. Teine meetod on kuiva turba ja lademikust suurema niiskusesisaldusega turba läbisegamine. Seda meetodit saab rakendada siis, kui lademiku niiskus on piisav ja peamiselt tuletakistusribade loomiseks ja vähem kustutamiseks. Lademiku niiskust saab hinnata kuivenduskraavide veeseisu järgi-soovitavalt alla 1m väljaku tasapinnast või võttes turvast pihku ja tugevalt surudes peaks tulema sõrmede vahelt vett vähelagunenud turba korral ning hästilagunenud turba korral peaks saadud mass jääma kokku, so ei pudene laiali.. (Heikkilä, *et al.*, 2010, p. 84; Требнев, *et al.*, 2007, c. 234, 256, 259)

Temperatuur – kustutamise põhimõtte alandada temperatuuri süttimispiirist allapoole, turbal on see 225°C. Meetodid on samad, mis põlevaine korral. Talvisel ajal võib turbaaunade kustutamisel kasutada lund, aga mitte külmunud tükke ja turvast. Tuleb arvestada, et turvas on hea soojuseisolaator. Suur hulk soojusest akumulereub tulekollet ümbritsevatesse kihtidesse ning nende jahutamiseks kulub rohkem aega võrreldes teiste materjalidega. See tähendab, et peaks jälgima ka juba kustutatud ala, et see uuesti ei süttiks. (Heikkilä, *et al.*, 2010, p. 84; Turba kaevandamise ja esmatöötlemise ohutuseeskirja kinnitamine, 1997)

Kokkuvõtvalt on turba kustutamiseks kolm põhilist meetodit: kustutamine veega, kustutamine kattes märja turbaga ja tihendamine; segamine märjema turbaga ning ka nende meetodite kombineerimine. Kustutamine veega on kõige tulemuslikum, aga probleemiks on vee kättesaadavus rabas. Selle meetodi puhul on lihtsamateks kustutusvahenditeks kastekann, 2 m nõoriga ämber vihaga, selgpits. Neid vahendeid on võimalik kasutada kohtades, kuhu raske tehnikaga ligi ei pääse. Keerukamateks vahenditeks on mootorpumbad voolikutega, mobiilsele tehnikale paigaldatud paagid ja pumbad, metsa- ja tulekustutusautod, traktoritele haagitavad veepaagid pumpadega, raudtee veeremile paigaldatud tulekustutustehnika ja muud vahendid kuni keerukate veevarustuse süsteemideni. Märja turbaga matmiseks ja tihendamiseks saab kasutada labidaid, buldoosereid, ekskavaatoreid, kuivenduskraavide puhastajaid, profilaatoreid.

Segamiseks märja turbaga on võimalik kasutada labidaid, ämbreid, pöörleva tööorganiga freese, ekskavaatoreid ja buldoosereid.

Tulekustutustööd turbarabades jagunevad kolmeks põhitegevuseks (Фатеева, et al., 2012, c. 124; Turba kaevandamise ja esmatöötlemise ohutuseeskirja kinnitamine, 1997):

- tulekahju lokaliseerimine;
- tulekahju kustutamine;
- järelevalve ja tekkinud kollete kustutamine.

Tulekahju lokaliseerimine ja kustutamine toimub Päästeameti ja turbaettevõtte koostöös, Hilisem järelevalve ja kollete kustutamine võib jääda ettevõtte ülesandeks. Üldjuhul on kustutustööde taktika sarnane metsakustutustööde taktikale.

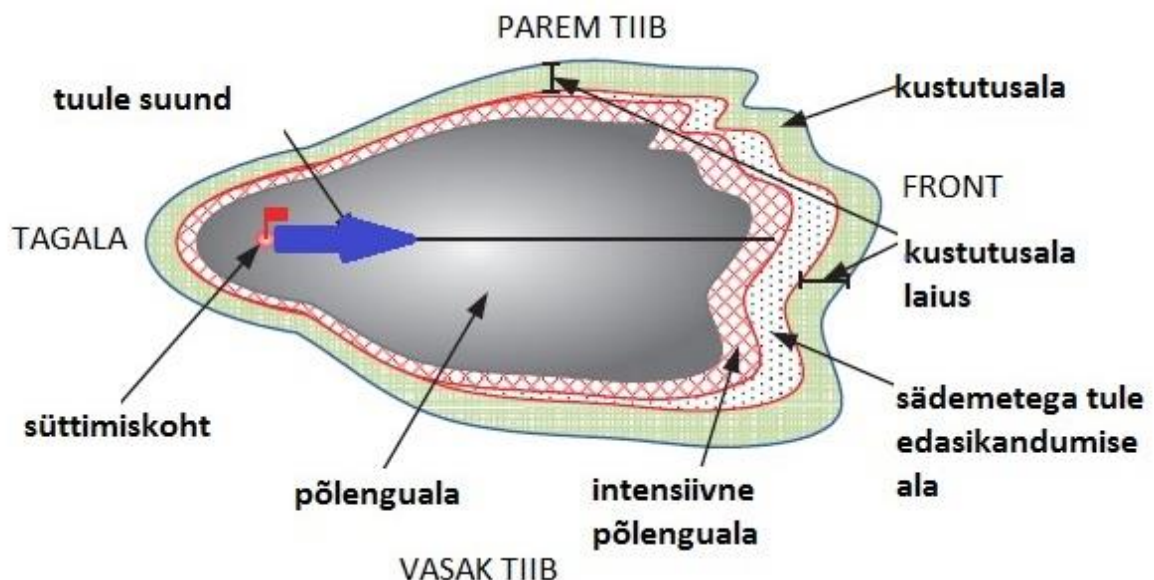
Tulekustutustööde taktika ja otsustava suuna valik sõltub (Требнев, et al., 2007, c. 248):

- Kasutatavatest ressurssidest, so inimesed, vahendid jne. Kui vahendeid on piisavalt, tehakse rünnak kogu ala ulatuses. Kui ressursse napib, siis keskendutakse tule frondile või hakatakse moodustama inimestele ohutus kauguses tuletõkestusriba.
- Evakuatsiooniteedest, so paljudel juhtudel viib kaevandamisalale üks tee, tuleb tagada vajadusel inimeste ja vahendite ohutu evakueerumine.
- Tule leviku suunast, üldjuhul pärituult levib tuli 2-9 korda intensiivsemalt kui külgedelt. Kui on võimalik, siis alustada kustutustöid frondist, aga seejuures ei tohi ohtu seada inimeste tervist.
- Võimlikult väiksed kahjud, so vältida tule levikut aunadele, hoonetele, kütusemahutitele, rajatistele, samuti tuleks vältida tule levikut kannuhunnikutesse ja väljapoole kaevandamisala ümbritsevasse metsa.
- Tuletõkestusribadest, so tehislikest ja looduslikest tule levikut piiravatest objektidest.
- Kasutatavast tehnoloogiast ja logistikast so arvestada, mis tehnikaga on võimalik reageerida ja kuidas korraldada inimeste ja vahendite viimine sündmuskohale (raudtee, traktorid, ATV, roomikautodega BW, autod). Näiteks on põhiautodega võimalik reageerida ainult mineraalse pinnasega, kilpidega või plaatidega kaetud teedel.
- Veevõtukohtade asukohtadest.



- Ilmaoludest.

Pinnatuli levib võrreldes maatulega kordades kiiremini. Sõltuvalt põleva pinna suurusest ja kasutatavatest ressurssidest alustatakse kohe kustutamisega kui ressursse on piisavalt. Kui ressursse on vähe, alustatakse tulekahju lokaliseerimist tuletõkestusribade tegemisega. Tuletõkestusribade moodustamiseks peaks kaasama ettevõtte tehnikat. Freesidega, mis on tootmise hooajal juba traktorite haakes, saab küllalt kiiresti freesida lademikust märjema turbaga alad. Kuiva ilmaga peaks protsessi kordama 2–3 tunni järel. Buldoosritega lükatakse lademiku pindmine kuiv kiht tulekolde poole tekitades sellega märja turbaga ala. Profilaatoritega saab teha sama, kuid puuduseks on see, et kuna profilaatoreid kasutatakse sügisel tootmisväljakute hooldamiseks, siis ei ole seadmed tootmishooajal kohe kasutusvalmis ja haakimiseks kulub aega. Eelpool mainitud meetodeid saab kasutada juhul, kui turba lademiku niiskus on vähemalt 70% . Kui niiskus on väiksem, siis tuleb tuletõkestusribade tegemiseks niisutada pinnast veega. Kui kraavides ei ole vett või veevõtukoht on kaugel, tuleb kasutada selleks mobiilset tehnikat: autosid, traktoritele haagitavaid paake, tuletõrjevaguneid. Muudel juhtudel on mõislik tekitada ribad voolikuliinide moodustamisega, nii et neid saaks hiljem ka kustutamisel kasutada. Keskenduda tuleks kõigepealt tulekahju frondile, hiljem tiibadele. (Требнев, et al., 2007, с. 234, 253; Сегодняшник & Булва, 2012, с. 102;)



Joonis 6. Pinnatule levikualad (Сегодняшник & Булва, 2012, с. 85; Требнев, et al., 2007, с. 230; autori tõlgitud ja täiendatud)

Kui tugeva suitsu tõttu ei saa tulefrondile keskenduda, siis tuleks tuletõkestusriba teha natuke kaugemalt või alustada kustutusega tiibadelt või isegi tagalast (vt Joonis 6). Tiibadel võib tõkestusriba olla kitsam (1,5-2 m), frondil aga sõltuvalt tuule kiirusest laiem (20-40 m alates ühe väljaku laiuselt). Võimaluse korral kasutada ära looduslikke ja tehislikke tuleleviku takistusi: suuremaid kraave, mineraalse pinnakattega teid jne (Требнев, et al., 2007, с. 246 - 249; Сегодня & Булва, 2012, с. 80)

**Aunadele kandunud tulekoldeid ei tohi kustutada kompaktjoaga** (vt Joonis 7 Foto 1), vaid niisutades lehvikjoaga (vt Joonis 7 Foto 2). Joa reaktsioonijõuga viiakse põlev turvas auna sisse ja põlemine jätkub. See nõue oli kirjas kuni 2003. aasta 30. novembrini kehtinud Vabariigi Valitsuse määrusega nr.79 kinnitatud "Turba kaevandamise ja esmatöötlemise ohutuseeskiri" (Turba kaevandamise ja esmatöötlemise ohutuseeskirja kinnitamine, 1997)



Joonis 7. Valed ja õiged kustutusmeetodid. (Foto 1 ülemine Elmo Riig, Foto 2 alumine Ants Liigus)

Kompaktjuga kasutatakse pinnatule kustutamisel, kui on vaja purustada tekkinud paakunud kihti ja seda tuleks teha suunaga tulekolde poole. Väiksemaid tulekoldeid saab

aunade pealt eemaldada labidate ja ämbritega ning isegi ka paljaste kätega. Kolle tuleb eemaldada koos teda ümbritseva turbaga.

Maatule kustutamine on kõige tömahukam. Alustatakse tule luurega ja põleva piirkonna märgistamisega. Tuleluuret tuleb teha alati paarilisega ja igat sammu tuleb ohtlikes kohtades vardaga enne kontrollida, et mitte kukkuda tulekoldesse. Märgistatud ala sees ei tohi liikuda. Väiksemate tulekollete kustutamiseks täidetakse need veega. Saab kasutada ka naeljoatoru, rikastades pinnast veega 40–50 cm sügavuseni tulekolde ümber reavahe ja sammuga 10–30 cm. Suuremale pinnale levinud tulekahjud lokaliseeritakse kraavide kaevamisega ümber piirkonna. Kraavid tuleb kaevata kuni mineraalse pinnaseni või kuni põhjavee tasemeni. Suuremate tulekollete kustutamiseks segatakse turvas alumiste märjemate kihtidega läbi ja tihendatakse kasutades selleks ekskavaatoreid ja buldoosereid. Väga suurtele pindadele arenenud maatuld saab kustutada üleujutamiseiga sulgedes väljuvad kraavid siibritega. (Требнев, *et al.*, 2007, c. 250)

Isekuumenenud aunade kustutamine on maatule erijuhtum. Eesti oludes võiks kasutada kolme meetodit. Väiksemate tulekollete puhul niisutada põhjalikult veega, seejärel katta märja turbaga ja jätta tulevalve vähemalt ööpäevaks. Suuremate tulekollete puhul tõsta ekskavaatoriga tulekolle koos ümbritseva turbaga (0,6–0,7 m) aunast välja ja niisutada ning kustutada. (Смирнов, *et al.*, 2007, c. 274)



Joonis 8. Auna kustutamine (foto G. Leppiku erakogust)

Aunast välja tõstetud turvas tuleb asendada märja turbaga ja tihendada, et takistada õhu juurdepääsu. Vajaliku tehnika olemasolul on soovitatav kasutada viimast võimalust. On ka

võimalus aunast põlev lõik eraldada ja kiht kihilt niisutades buldooseriga põlev osa laiali lükata. (Смирнов, *et al.*, 2007, c. 274)

Kõige ohtlikumad on kustutustööd maatule korral, kuna ei ole näha kindlaid tulekolde piire ja on võimalik kukkuda tulekoldesse. Seda ohtu saab vähendada märgistades ohuala ja keelates selles liikumist ning pidevalt tule levikut jälgides. Pinnatule korral on suurimaks ohuks tuule suuna ja/või kiiruse järsk muutus, mille tagajärjel muutuvad ka tule leviku kiirus ja suund. Et mitte jääda tulelõksu, tuleb kogu aeg jälgida tule levikut ja arvestada vajadusega kiirelt evakueeruda. Turbasuitsus võib-olla nähtavus ainult paar meetrit ja hapniku sisaldus 17–19%. Kõik kustutustöödel töötavad inimesed peavad teadma evakuatsiooniteid ja kohti, kuhu evakueeruda. Igas töölõigus peab olema inimesi, kes tunnevad hästi maastikku ja suurtest kraavidest ülekäigukohti, et vajadusel juhatada kõik töötajad ohualast välja. Töölõigust lahkumine on lubatud ainult lõigujahi loal, väljaarvatud juhul, kui on vajadus kiirelt evakueeruda, kusjuures siis tuleb ka teavitada oma asukohast. Piiratud nähtavuse korral tuleb olla eriti tähelepanelik just liikuvast tehnikast ohutusse kaugusesse hoidumisel, sest autojuht või traktorist ei pruugi suitsus inimesi märgata. Kustutustöödel tuleb kasutada isikukaitsevahendeid – kaitseprille, tolumumaski ja kaitseriietust. Turbatolm ärritab silmi ja nahka. Samuti tuleb kuumadel päevadel juua ohtralt vedelikke. Kurnatuse vältimiseks peaks võimaluse korral raskemad tööd planeerima õhtule või hommikule, sest siis on õhutemperatuur madalam. Soovitav on töötada alati paarilisega. Freesturba sees võib leiduda kände ja juurikaid, millele astudes võib vigastada jalgu. Kraavide kallastel võivad esineda kobraste poolt uuristatud käigud, millesse kukkumisel võib samuti ennast vigastada. Keelatud on ka joa suunamine raba läbivatele elektriliinidele ning ületada tulefronti tulekahju suunas. Tuleb arvestada ka metsikust loodusest tulenevate ohtudega: ebatavaliselt käituvad suurulukid, kiskjad, rästikud. (Требнев, *et al.*, 2007, c. 229, 259, 260; Koondis "Eesti Põllumajandustehnika" 1967, lk 47–50, 78–100; Turba kaevandamise ja esmatöötlemise ohutuseeskirja kinnitamine, 1997; Alton, 2003, lk 181-184)

Kustutustehnika peab olema tehniliselt korras ja sellel ei tohi esineda kütuse ega õli lekkeid. Vältida tuleks järske mootorite töörežiimi muutusi ja mootorite ülekoormamist, sest on sädemete tekkimise oht. Tehnikaga liikumisel tuleb vältida väljakuid, mille kraavid on vett täis, ja loike ning mülkaid, sest on oht jääda kinni ja kuumadele detailidele pritsinud turvas võib hiljem süttida. Arvestada tuleb, et mida rohkem on vett turbapinnases, seda väiksem on pinnase kandvus. Vältida tuleb roomikautodega

kraavidest üle- ja läbisõitmist, sest kraavid võivad kokku variseda ja auto võib jääda kinni ja sellega tekitatakse kahju ka ettevõttele. Töötades autod ja mootorpumbad vibreerivad ja vajuvad turba pinnasesse. Selle vältimiseks tuleks nad paigutada kõvale alusele. Kohapeal töötavate autode ja mootorpumpade läheduses tuleks maapinda niisutada summuti poolsest küljest, et vältida võimalikest sädemetest tulekollete tekkimist. Kui tuule kiirus on üle 12 m/s, siis piirata liiklemist ja teha ainult hädavajalikke sõite. Sõites tuleks kasutada ühte teed, et avastada võimalikke sädemetest tekkinud tulekolded. Vältida tuleks katalüsaatoriga autodega sõitmist turbapinnasel. (Требнев, *et al.*, 2007, c. 258–260; Koondis "Eesti Põllumajandustehnika", 1967, lk 47–50, 78–100; Turba kaevandamise ja esmatöötlemise ohutuseeskirja kinnitamine, 1997)

## 2.UURING

### 2.1. Uuringu metoodika

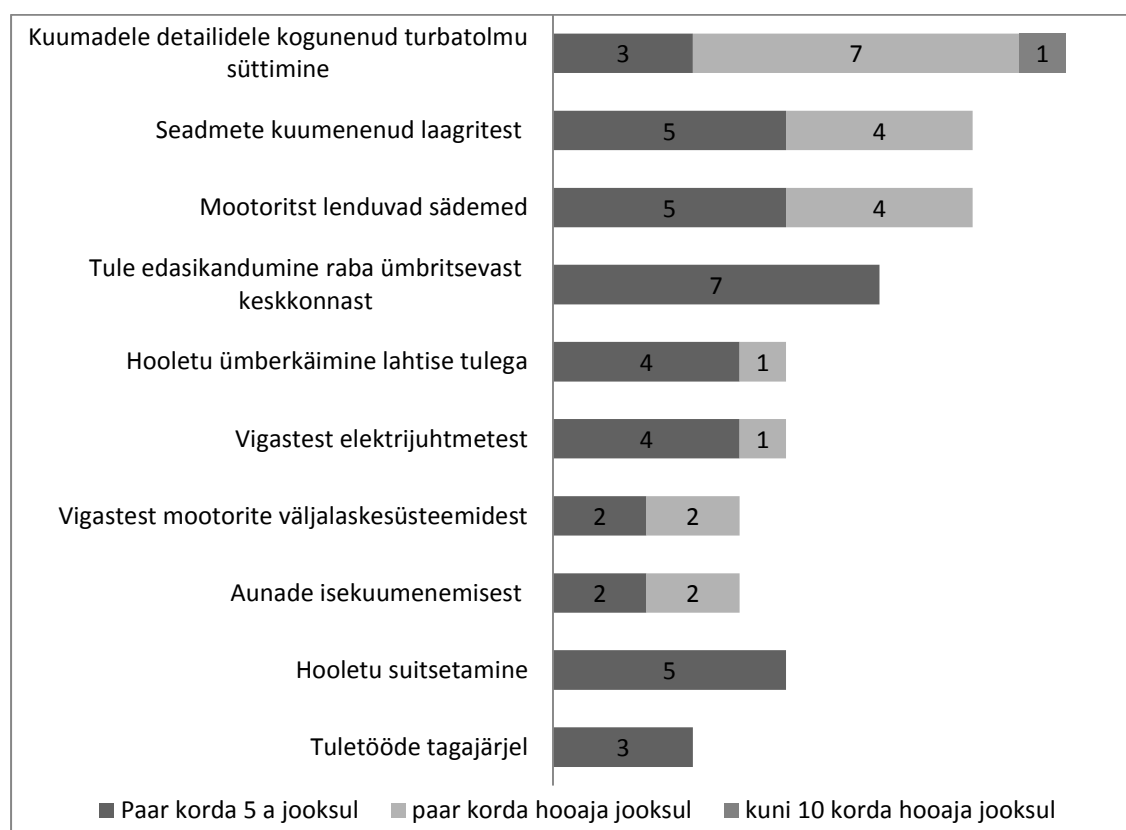
Uuringu eesmärgiks on selgitada empiirilise uuringuga turbakaevandamisettevõtete kogemusi põlevate freesturbaväljakute kustutamisel. Uuringuga otsin vastust järgnevale küsimustele:

- Kui tihti ja mis põhjustel tekivad turbatulekahjud?
- Missugused tule lokaliseerimise ja kustutamise vahendid ja meetodid on praktikas osutunud kõige otstarbekamaks?
- Milliste ohtudega tuleb kustutustöödel arvestada?

Nendele küsimustele vastuse saamiseks on koostatud neljaosaline struktureeritud **ankeetküsimustik**. Küsimused on kolmes osas valikvastustega ja hinnangskaalaga ning viimases osas avatud vastustega, mis võimaldas vajadusel lisada puuduva info. Esimeses osas soovib autor saada ettevõtjate hinnangut tulekahjude põhjuste ja sageduse kohta. Teises uurib autor, millised tulekustutusvahendid on ettevõttes kasutusel ja kui efektiivsed nad on. Kolmandas osas kas ettevõtteid on kasutanud alternatiivseid kustutusmeetodeid ning hinnangut nende meetodite tõhususe kohta. Neljandas osas palub autor kirjeldada efektiivsemaid meetodeid pinnatule ja aunade kustutamisel ning kustutustöödel valitsevatest ohtudest. Iga osa on eraldi teema ja saab vaadelda eraldi ning ei oma tähtsust, kas eelnevad või järgnevad küsimused on vastatud. Ettekavatsetud **valimi**, kellele saadeti e-posti teel ankeedid, moodustavad kuusteist turvast kaevandavat ettevõtet (vt Lisa 3). Valitud ettevõtteid kuuluvad enamuses Turbaliitu ja valimi eelduseks oli pikemaajaline töökogemus turba kaevandamisel ja tekkinud tulekahjude kustutamisel. Kuueteistkümnele ettevõttele saadetud ankeedist tagastati 12 ankeeti ehk 75% saadetud ankeetidest. Uurimistöös kasutab autor suunatud **sisuanalüüsi meetodit**. Ankeetide vastused kodeeriti ja kanti tabelisse ning analüüsiti, programmiga MS Excel. (Õunapuu, 2014, lk 143, 159, 165, 169; Laherand, 2008, lk 292)

## 2.2. Uuringu tulemused ja järeldused

Esimesele uurimisküsimusele leidis autor vastuse ankeetide esimesest osast. Vastuse variandi „väga harva“ jättis autor analüüsist kõrvale, kuna selle toimumise tõenäosus on harvem kui viis aastat ning ei ole nii oluline. Analüüsist selgus, et kõige suurem tõenäosus tulekahju tekkimiseks kaasneb sise põlemismootoritega tehnika kasutamisel: kuumadele detailidele kogunenud turbatolmu süttimine, seadmete kuumadest laagritest ja mootoritest lenduvatest sädemetest tekkivad tulekahjud. Kuumadele detailidele kogunenud tolmu süttimist peeti kõige tõenäolisemaks ja sagedamaks tulekahju põhjuseks, isegi kuni 10 korda hooaja jooksul (vt Joonis 9).

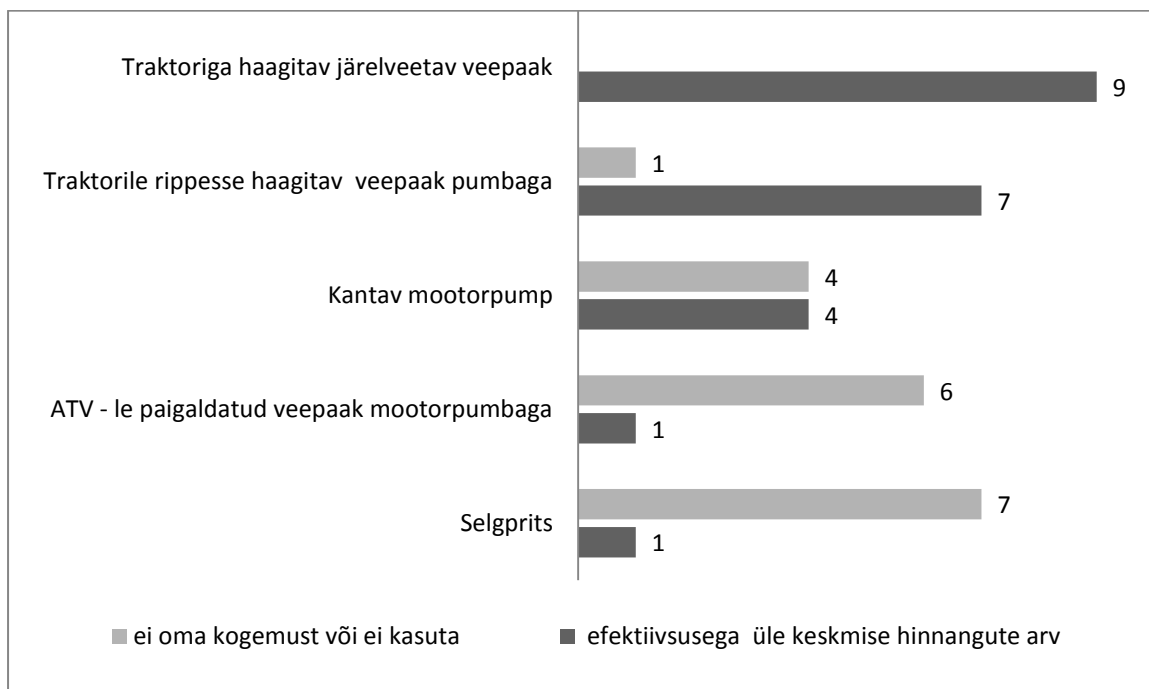


Joonis 9. Turbakaevandamisalade tulekahjude tekkepõhjuste pingerida ja esinemissagedus (autori koostatud).

Sagedusega paar korda viie aasta jooksul võib tulekahju kanduda üle ümbritsevast keskkonnast. Tavaliselt on põhjuseks marjuliste ja seeneliste suitsetamine ja hooletused lahtise tulega. Seda on oluline teada just jäätrabade ja jääksoode ohuhinnangute koostamisel ning see võib-olla ka üks kõige olulisem tulekahjude tekkepõhjus

jäätrabades. Võrdlemisi sarnased hinnangud anti: hooletused lahtise tulega, masinate vigastest elektrijuhtmetest ja heitgaaside väljalaskesüsteemidest ning aunade kuumenemisest tekkinud tulekahjudele. Mõnevõrra üllatusena tuli aunade isekuumenemisest süttimiste väiksem osatähtsus, kirjanduse andmetel kuni 47 % tulekahjude tekkepõhjuseks on aunade isesüttimine (Смирнов, *et al.*, 2007, c. 371). Siin võib-olla mitu põhjust: rakendatakse ennetavaid meetmeid ja põllumajanduse vajadusteks kogutakse niiskemat turvast, mille korral nii kergesti isesüttimist ei teki. Paar korda 5 aasta jooksul tekib tulekahjusid ka suitsetamise ja masinate remondil tuletööde tagajärjel. Ankeetide vastuste põhjal saavad väga harva alguse välgu tabamusest tekkivad tulekahjud. Üldistatult võib öelda, et joonisel 9 on toodud turbaettevõtete ohuhinnangud tulekahjude tekkele.

Teisele uurimisküsimusele: missugused tule lokaliseerimise ja kustutamise vahendid ja meetodid on praktikas osutunud kõige otstarbekamaks, sai autor vastused ankeedi teistest osadest. Uuringust selgus, et igal turbakaevandamisalal on erinevat tulekustutustehnikat ja selle kasutamise efektiivsus sõltub kustutatava pinna suuruselt.



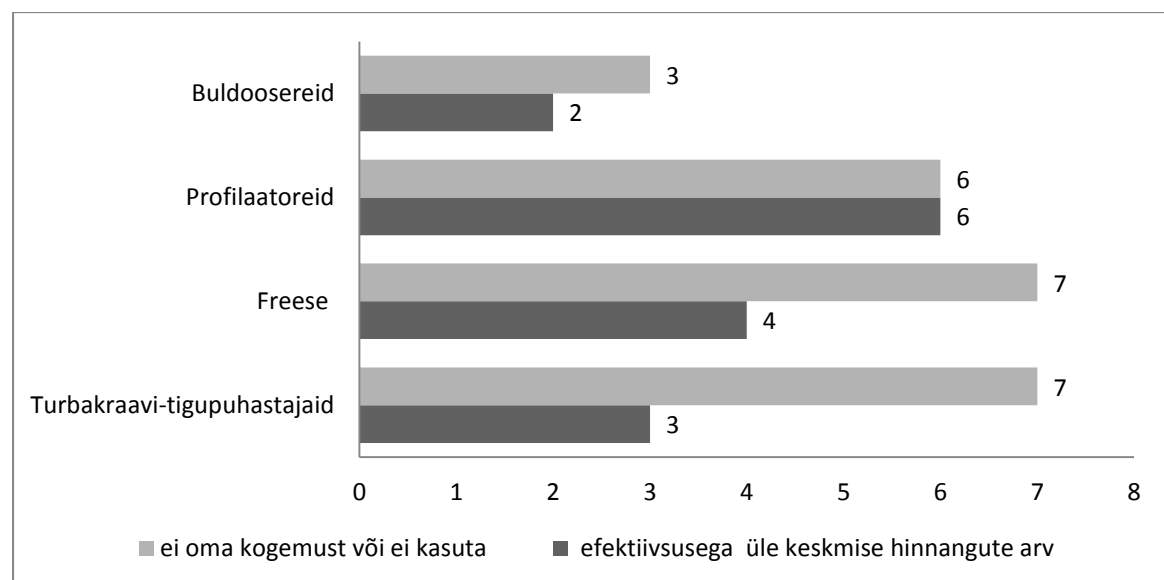
Joonis 10. Kasutatavate tulekustutusseadmete efektiivsus ja kasutamine (autori koostatud).

Ämbrid, labidad, kanistrid veega ehk esmased tulekustutusvahendid on väga efektiivsed väiksemate kuni 5 m<sup>2</sup> tulekollete kustutamiseks (ankeet nr. 8). Tulekahjul pindalaga kuni 1ha on efektiivsed traktoritega haagitud järelveetavad veepaagid koos pumpadega (ankeet



nr. 4). Ülejäänud mainitud seadmed paigutuvad nende vahele. Seadmete efektiivsust hinnati oma kasutuskogemuse järgi, seetõttu olid ka vastajate hinnangud erinevad. Järjestuse efektiivsuse järgi võib vastajate kogemuste põhjal välja tuua järgmiselt: traktoriga järelveetav veepaak voolikute ja pumbaga, traktorile rippesse või töömasinale haagitav veepaak, kantavad mootorpumbad, ATV-le paigutatud veepaak, selgpits ja esmased tulekustutusvahendid. Joonisel 10 on toodud üle keskmise efektiivsushinnangud ja ka vastanute arv, kes ei oma kogemust või ei kasuta nimetatud seadmeid. Järelveetavate veepaakide eeliseks on mobiilsus ja kustutusvee varu ca 4000l. Samad eelised on ka rippesse haagitud või tööseadmetele kinnitatud veepaakidel, mille puhul on ainult vee kogused väiksemad 200–300 l ja selle tõttu ka kustutatava põlengu pindala on väiksem. Võrreldes järelveetavate kustutuspaakidega, on eeliseks operatiivsus: töö ajal on see kohe väljakutel kasutusvalmis ja ei ole vaja eraldi haakida.

Turbakaevandamisel kasutatavate masinate efektiivsus tulekahjude lokaliseerimisel ja kustutamisel on ankeetküsitluse vastuste põhjal järgmine: buldooseriid, freesid, profilaatoriid, turbakraavi tigupuhastajad, ekskavaatoriid. Selle pingerea koostamisel on arvestatud kogu punktisummat, hinnangupunktide osatähtsust ja kogemust antud seadmega kustutamisel.



Joonis 11. Turbakaevandamisseadmete efektiivsus ja kasutamine kustutustöödel (autori koostatud).

Vastustest võib järeldada, et paljud ettevõtjad ei omanud kogemust erinevate seadmetega kustutamisel ja sellest ka väga erinevad hinnangud seadmete tõhususele. Kui arvestada

ainult kahte kõige kõrgemat hinnangut efektiivsusele, siis on pingerida järgmine: profilaatorid, freesid, turbakraavi tigupuhastajad, buldooserid (vt Joonis 11, Joonis 12 Foto 1-3)



Joonis 12. Seadmed millega on võimalik turbatulekahju lokaliseerida ja kustutada. Ült frees (Foto 1), profilaator (Foto 2), all turbakraavi tigupuhastaja (Foto 3). (Mäeinstituut, 2016; Tehnikaülikool, kuupäev puudub)

Kui võtta arvesse ka seadmete haardelaiust ja töökiirust, siis on autori arvates kõige efektiivsem tulekahju lokaliseerimiseks kasutada freese ja tule kustutamiseks

tigupuhastajaid. Freeside puuduseks on see, et lahti freesitud kiht hakkab kuivama ja 2...3 tunni järel tuleb uuesti freesida.

Uuringu tulemustest selgus, et isesüttinud aunade kustutamiseks on kõige efektiivsem ekskavaatoriga põleva kolde välja tõstmine ja seejärel kustutamine ning väljatõstetud koha täitmine märja turbaga. Lokaliseerimiseks sobib ka märja turbaga katmine ja pihustatud joaga niisutamine. Väga oluliseks peetakse kustutustöödel kompaktjoo kasutamise vältimist. Eelpool mainitud meetodid on sarnased teaduslikus kirjanduses väljatoodud meetoditega.

Ettevõtjate hinnangul on kõige suuremaks ohuks kustutajatele tule kiire levik ja tuule suuna muutusest tingituna allatuult jäämine. Suitsust ja turbatolmust põhjustatud nähtavuse halvenemine ja sellega kaasnevad orienteerumisraskused. Masinate ja seadmete kasutamisest tekib tuleoht, eriti ATV-de mootori kuumade detailide tõttu. Tuleb arvestada võimalusega, et kustutustöödel kasutatav tehnika võib süttida. Rasketehnika blokeerib kinni jäämise korral juurdepääsuteed (ankeet nr. 7) ja seega ka evakuatsiooniteed.

### **2.3. Ettepanekud juhendi koostamiseks**

Eelpool toodud teoreetilistele allikatele ja uuringule toetudes ning töökogemustele turbaettevõttes teeb autor ettepanekud freesturba kaevandamisalade kustutamise juhendmaterjalide koostamiseks. Juhendmaterjalid peaks sisaldama järgnevaid punkte:

- tulekahjude liigitus,
- tekkepõhjused ja arengut mõjutavad tegurid,
- freesturba aunade isekuumenemine,
- kustutamise põhimõtted, meetodid ja vahendid, sh alternatiivsed kustutamise ja lokaliseerimise meetodid koostöös turbaettevõttega,
- kustutustööde taktika ja otsustava suuna valik ning ohud kustutustöödel.

Tulekahjude liigituse käsitlemine juhendmaterjalides on oluline, kuna tulekahju areng, kustutusmeetodid ja vahendid on erinevad pinnatule, maatule ning aunade kustutamisel.

Tulekahjude tekkepõhjuste kajastamine on oluline just sellepärast, et vältida kustutustöödel uute kollete tekitamist. Nii teaduslikest allikatest kui ka uuringust selgus, et kõige rohkem tulekahjusid põhjustab sisepõlemismootoritega tehnika kasutamine, eriti just kuumadele detailidele kogunenud turbatolmu süttimine. Sellepärast on väga oluline rakendada ennetavaid meetmeid: regulaarselt puhastada turbatolmust töötavaid seadmeid, vältida mootorite järske töörežiimi muutusi ja ebaolulisi sõite suure tuulega, süttimisohu vähendamiseks luua tehnika kogunemispunktid mineraalse pinnasega aladele jne.

Tulekahjude arengut mõjutavate tegurite käsitlemine juhendmaterjalides võimaldab paremini olukorda hinnata ja vastavalt sellele ka valida kõige sobivam kustutustööde taktika. Teooriale tuginedes on kõige olulisem nendest teguritest turba niiskus ja sellest sõltub kas on võimalik kasutada alternatiivsed lokaliseerimise- ja kustutusmeetodeid. Turba niiskust lademikus saab hinnata kuivenduskraavide veeseisu järgi ja lademikust võetud turvast käes pigistades.

Uuringust ja teaduslike allikate põhjal võib väita, et aunade isekuumenemine ja selle tagajärjel isesüttimine ei ole turbakaevandamisaladel väga sage, kuid arvestatav probleem. Protsessi olemuse selgitamine võimaldab teha õiged otsuseid kustutusmeetodite valikul. Tulemuslikuks aunade kustutamiseks on vajalik teha ettevõttega koostööd ja kaasata kustutustöödele ekskavaatoreid ja buldoosereid. Oluline on ka oskus väliste tunnuste põhjal hinnata võimalikke isekuumenenud aunu. Loodavas juhendis tuleb rõhutada, et selliste tunnustega aunade peale ronimine on eluohtlik.

Freesturba kustutamisel rakendatakse kolme põhimõtet: kustutamine veega, matmine märja turbaga ja märja turbaga läbisegamine. Nende põhimõtete kasutamine sõltub igast konkreetsest juhtumist ja olukorrast ning turbakaevandamisalal olevatest alternatiivsetest kustutusvahenditest. Tehnoloogia ja tehnika areneb, tulevad uued seadmed, aga kustutuspehmoõtted jäävad samaks. Oluline on kustutustöödel loominguiline lähenemine ja nende põhimõtete rakendamine olemasolevate tehniliste vahenditega. Uuringu põhjal võib väita, et ettevõtted kasutavad tulekahju lokaliseerimiseks ja kustutamiseks profilaatoreid, freese, turbakraavi tigupuhastajad, buldoosereid jne. Nende seadmete kasutamine võib-olla kustutustöödel palju tõhusam kui traditsiooniline veega kustutamine ja mõnikord isegi ainuvõimalik, kui veevõtukoht asub kaugemal. Juhendis tuleb tuua välja kustutamise põhimõtted ja erinevate seadmete tootlused tulekustutustöödel ehk

missugust tehnikat on otstarbekas rakendada sõltuvalt tulekahju pindalast. Samuti tuleks rõhutada, et alahinnata ei tohiks ka esmaseid tulekustutusvahendeid.

Tulekustutustööde taktika ja otsustava suuna valik sõltub kasutatavatest ressurssidest. Olulisteks põhimõteteks on eelkõige inimeste turvalisus ja võimalikult väike majanduslik kahju. Tuleks vältida tule levikut raskelt kustutatavatele aladele ja objektidele. Võimalusel kasutada tule leviku piiramiseks ära looduslikke ja tehnilikke tule leviku tõkkeid.

Juhendmaterjalides tuleb kindlasti kirjeldada põhjalikult ohutustehnikat kustutustöödel. Uuringust selgus, et kõige suuremaks ohuks on tule kiire leviku ja tuule suuna muutusest tingituna allatuult jäämine. Suitsust ja turbatolmust põhjustatud nähtavuse halvenemine ja sellega kaasnevad orienteerumisraskused. Ohuallikaks on ka sisepõlemismootoriga seadmete kasutamine ja nendel seadmetel või nende läheduses peaks olema ämber 2m nõõriga või anum veega. Samuti tuleb arvestada, et rasketehnika kasutamisel on oht vajuda läbi pinnase ja sellega sulgeda võib-olla ainuke evakuatsioonitee.

Kustutustööde parema tulemuse saavutamiseks peaks lisaks juhendmaterjali koostamisele metsakustutusõppustel tutvuma kaevandamisaladel kasutatava tehnikaga, mida saab rakendada tulekustutustöödel, ning harjutama koostööd turvast kaevandavate ettevõtetega. Koostada turbakaevandamisalade kustutamiseks operatiivplaanid, kus oleks välja toodud reageerivad ressursid, kaevandamisalal kasutatav logistika ja paiknevad veevõtukohtad mahtudega ning ettevõttest kaasatav tehnika. Ühtlasi tuleks kanda metsakustutusplaanidesse turvast kaevandavate ettevõtete tulekustutamiseks sobiv tehnika.

# KOKKUVÕTE

Peaaegu iga komando väljasõidu piirkonda jäävad turbakaevandamisalad, jäätrabad või jääksood. Ohu korral on väga oluline tegutseda kiirelt ja oskuslikult eriti tulekahju algfaasis rakendades nii päästeressursse kui ka turvast kaevandava ettevõtte ressursse tulekahju leviku piiramiseks ja kustutamiseks.

Lõputöö eesmärgiks oli teha ettepanekuid freesturba kaevandamisalade kustutamise juhendmaterjalide koostamiseks. Eesmärgi saavutamiseks koostati kolm uurimisülesannet:

- Anda ülevaade freesturba kaevandamisalade kustutamise teoreetilistest lähtekohtadest.
- Analüüsida turbakaevandamisetevõtete kogemusi freesturba kaevandamisalade kustutamisel.
- Teooria ja uuringu analüüsi tulemusena teha järeldused ja ettepanekud freesturba kaevandamisalade kustutamise juhendmaterjali koostamiseks.

Esimese uurimisülesande lahendamiseks kasutati peamiselt erialast võõrkeelset kirjandust. Teoreetilises osas käsitletud teemad on järgnevad: tulekahjude liigitus, tekkepõhjused ja arengut mõjutavad tegurid, põlemisprotsessi olemus, freesturba aunade isekuumenemise olemus ja seda mõjutavad tegurid, pinna- ja maatule ning turbaaunade turbatulekahjude kustutamise põhimõtted ja meetodid, kustutustööde taktika ja otsustava suuna valik ning ohud kustutustöödel.

Teise ja kolmanda uurimisülesande lahendamiseks viidi läbi kvalitatiivne uuring turvast kaevandavate ettevõtete hulgas. Uuringuga otsisin vastust kolmele küsimusele.

Kui tihti ja mis põhjustel tekivad turbatulekahjud? Analüüsist selgus, et kõige suurem tõenäosus tulekahju tekkimiseks kaasneb sisepõlemismootoritega tehnika kasutamisel. Kuumadele detailidele kogunenud tolmust süttimist peeti kõige tõenäolisemaks ja sagedamaks tulekahju põhjuseks, isegi kuni 10 korda hooaja jooksul.

Missugused tule lokaliseerimise ja kustutamise vahendid ja meetodid on praktikas osutunud kõige otstarbekamaks? Uuringust selgus, et praktikas kõige efektiivsemad on

traktoritega haagitavad veepaagid. Turba kaevandamiseks mõeldud seadmetest olid uuringu tulemusel turbatulekahjude kustutamiseks kõige efektiivsemad profilaatorid freesid ja turbakraavi tigupuhastajad. Ühtlasi tuli välja, et teatud põleva pinna suuruseni võivad olla kõik vahendid efektiivsed, sh ka esmased tulekustutusvahendid.

Milliste ohtudega tuleb kustutustöödel arvestada? Uuringust selgus, et suuremaks ohuks kustutajatele on ettevõtjate hinnangul: tule kiire levik ja tuule suuna muutusest tingituna allatuult jäämine, suitsust ja turbatolmust põhjustatud nähtavuse halvenemine ja sellega kaasnevad orienteerumisraskused ning masinate ja seadmete kasutamisest tulenev tuleoht.

Kolmanda uurimisülesande lahendamiseks tegi autor ettepanekuid juhendmaterjalide sisu koostamiseks. Autori hinnangul peaksid juhendmaterjalid sisaldama: tulekahjude liigitust, tekkepõhjusi ja arengut mõjutavaid tegureid, freesturba aunade isekuumenemist, kustutamise põhimõtteid, alternatiivseid kustutamise ja lokaliseerimise meetodeid, kustutustööde taktikat ja otsustava suuna valikut mõjutavaid tegureid ning ohutustehnikat kustutustöödel.

Uurimisülesannete lahendamisega võib lugeda lõputöö eesmärk saavutatuks.

Lõputöö tulemusi on võimalik töögruppides arendada edasi eraldi juhendi või õppematerjalide koostamisel. Edasi võiks uurida tükkturba ja plokkturba ning turvasmuldadel toimuvate tulekahjude kustutamisega seonduvat.

## SUMMARY

The volume of the thesis including annexes is 40 pages and it includes 1 table, 12 drawings and 3 annexes. 23 sources are referred to in the thesis. The thesis is written in Estonian language, the foreign language summary in English.

The aim of the thesis is to make suggestions for drawing up guidelines for extinguishing milled peat mining areas.

To achieve the aim of the thesis, the following research tasks were set:

- To provide an overview of the theoretical bases for extinguishing milled peat mining areas.
- To analyse the experiences of peat extraction companies in extinguishing milled peat mining areas.
- As a result of analysis of the theory and the research, to draw conclusions and make suggestions for drawing up guidelines for extinguishing milled peat mining areas.

The aim of the thesis was to use an empirical research to investigate the experiences of peat production companies in extinguishing milled peat field fires. For this purpose, a structured questionnaire consisting of four sections was drawn up and sent to 16 companies extracting peat.

Answers to the following questions were sought by conducting the research.

- How frequently and due to what reasons do peat fires occur?
- Which means and methods for localising and extinguishing fire have proved the most appropriate in practice?
- Which hazards should be taken into consideration in extinguishing works?

In the author's opinion, the guidelines should include: classification and origins of fires and the factors influencing the development of fires; spontaneous heating of milled peat piles; the principles and methods of extinguishing; alternative methods of extinguishing



and localisation, tactics of extinguishing works and the factors affecting selection of the decisive direction and the safety engineering used in extinguishing works.

The results of the thesis can be developed further in working groups in drawing up separate guidelines or training materials.

## VIIDATUD ALLIKATE LOETELU

Alton, H., 2003. *Metsatulekahjud*. s.l.:Eesti Metsaselts.

*Avalikkuse hädaolukorra tekkimise vahetust ohust, hädaolukorrast ja hädaolukorra lahendamisest teavitamise kord ning nõuded edastatavale teabele* (2010).

Heikkilä, T. V., Grönqvist, R. & Jurvelius, M., 2010. *Wildland Fire Management Handbook for Trainers*. Rome: s.n.

Koondis "Eesti Põllumajandustehnika", 1967. Ajutised ohutustehnika eeskirjad maaparandus-, turbatootmis-, ja lupjamistöodel Eesti NSV-s.. Keila: Koondise "Eesti Põllumajandustehnika" tehnilis-ökonomiliste uurimiste jaam.

Laherand, M.-L., 2008. *Kvalitatiivne uurimisviis*, Tallinn: Infotrükk OÜ.

Mäeinstituut, T. T., 2016. *Mäeõpik*. [Võrgumaterjal]  
leitav: <http://maeopik.blogspot.com.ee/>  
[Kasutatud 15 03 2016].

Paal, J. et al., 2007. *Jääksoode korrastamise käsiraamat*. [Võrgumaterjal]  
leitav: [http://www.envir.ee/sites/default/files/jaaksoode\\_korrastamise\\_kasiraamat\\_1.pdf](http://www.envir.ee/sites/default/files/jaaksoode_korrastamise_kasiraamat_1.pdf)  
[Kasutatud 15 03 2016].

Pyne, S. J., Andrews, P. L. & Laven, R. D., 1996. *Introduction to Wildland Fire*. New York, Chicester: John Wiley & Sons, Inc.

Reinsalu, E., 2011. *Eesti Mäendus*. Tallinn: TTÜ Kirjastus.

Roosalu, R., 2015. *Maa-ameti geoportaal*. [Võrgumaterjal]  
leitav: <http://geoportaal.maaamet.ee/est/Andmed-ja-kaardid/Geoloogilised-andmed/Maardlad/Maavaravarude-koondbilansid-p193.html>  
[Kasutatud 12 10 2015].

Talvari, A., 2006. *Ohtlikud ained*. Teine , täiendatud trükk. Tallinn: Sisekaitseakadeemia.

Talvari, A., 2009. *Põlevainete omadused*. Tallinn: Sisekaitseakadeemia.

Tallina Tehnikaülikool, 2016. *Mehaanika teaduskond õppematerjalid*. [Võrgumaterjal] leitav: [https://www.ttu.ee/public/m/Mehaanikateaduskond/Instituudid/soojustehnika-instituut/oppematerjalid/kyte-ventilatsioon/3.\\_Turvas.pdf](https://www.ttu.ee/public/m/Mehaanikateaduskond/Instituudid/soojustehnika-instituut/oppematerjalid/kyte-ventilatsioon/3._Turvas.pdf) [Kasutatud 09 02 2016].

*Turba kaevandamise ja esmatöötlemise ohutuseeskirja kinnitamine* (1997).

Õunapuu, L., 2014. *Kalitatiivne ja kvantitatiivne uurimisviis sotsiaalteadustes*, s.l.: Tartu Ülikool.

Üksvärav, R., 1960. *Turvas*. Tallinn: Eesti Riiklik Kirjastus.

Повзика, Я. С., Панарин, В. М. & Столяренко, А. М., 1984. *Пожарная Тактика*. Москва: Высшая инженерная пожарно-техническая школа МВД СССР.

Сегодник, А. & Булва, А., 2012. *Справочное руководство по ликвидации лесных и торфяных пожаров*. s.l.: „Zelta rudens”.

Семенова, К., 2015. *Экспериментальные исследования шлюзования как способа борьбы торфяными пожарами*. МОСКВА Издательство РГАУ-МСХА.

Смирнов, В., Васильев, А., Афанасьев, А. & Болтушкин, А., 2007. *Практическое руководство по организации добычи фрезерного торфа*. Тверь: Тверской государственный технический университет.

Требнев, В. В., Артемьев, Н. С. & Подгрушный, А. В., 2007. *Противопожарная защита и тушение пожаров. Книга 5. Леса торфяники, лесосклады*. Москва: Исдателство "Пожнаука"..

Фалюшин, П. Л., 2011. *О механизме распространения очага горения в торфе*, s.l.: Сборник научных трудов Института природопользования НАН Беларуси.

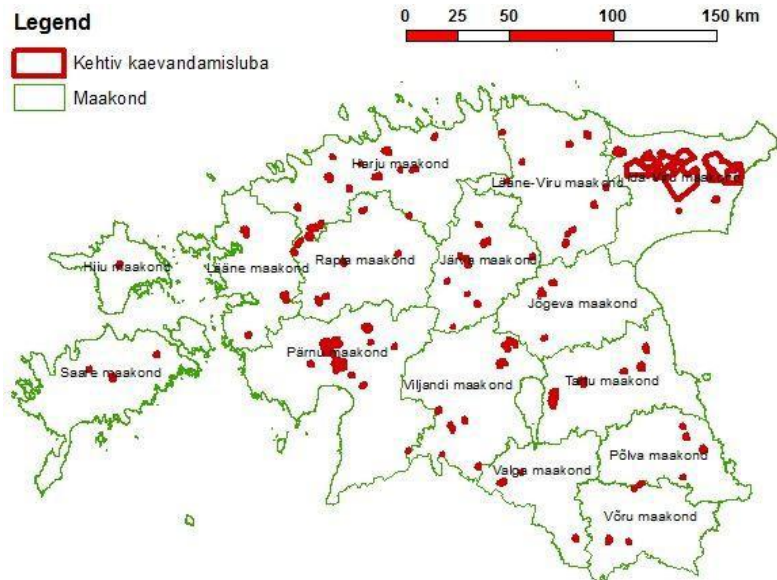
Фатеева, Н. М. et al., 2012. *Безопасность жизнедеятельности*, Тюмень: ТюмГУ.

## TABELITE JA JOONISTE LOETELU

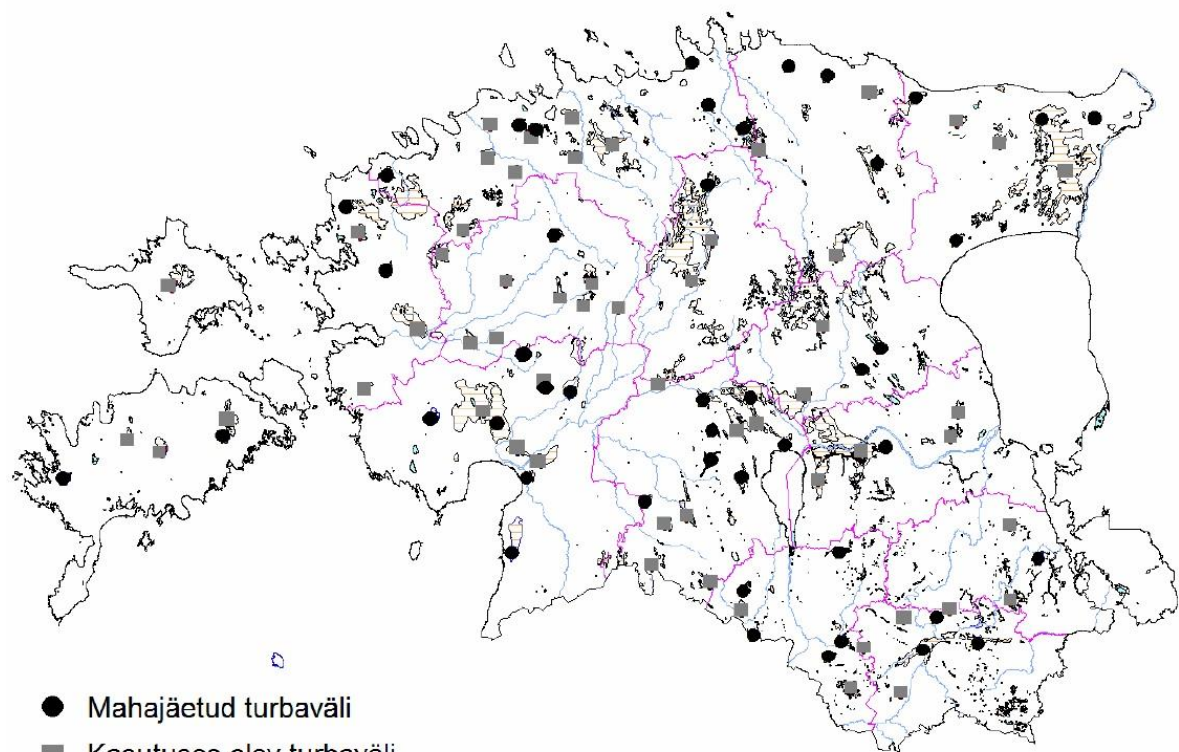
Tabel 1. Tulekahju pindala suurenemine sõltuvalt tuule kiirusest	9
Joonis 1. Turbakaevandamisalade läbilõike skeem	8
Joonis 2. Väljakute niiskusrežiim	10
Joonis 3. Tulekolde areng	11
Joonis 4. Isekuumenenud aun.	13
Joonis 5. Turbaaunas kaheksakuulisel hoiustamisel tekkinud kõrgema temperatuuriga alad.	13
Joonis 6. Pinnatule levikualad	17
Joonis 7. Valed ja õiged kustutusmeetodid.	18
Joonis 8. Auna kustutamine	19
Joonis 9. Turbakaevandamisalade tulekahjude tekkepõhjuste pingerida ja esinemissagedus	23
Joonis 10. Kasutatavate tulekukustutusseadmete efektiivsus ja kasutamine	24
Joonis 11. Turbakaevandamisseadmete efektiivsus ja kasutamine kustutustöödel	25
Joonis 12. Seadmed millega on võimalik turbatulekahju lokaliseerida ja kustutada	26

# LISAD

## Lisa 1. Kaevandatavad ja kaevandamisest väljalangenud turbaalad



2014a. Kehtivad turba ja põlevkivi kaevanduslood (Roosalu, 2015, lk 6)



Kaevandatavad ja kaevandamisest väljalangenud turbaalad (koostanud M. Orru). (Paal, *et al.*, 2007, lk 31)

## Lisa 2. Ankeetküsimustik

Küsimus	1	2	3	4	5	Kommentaariid, märkused	
<b>1</b>	<b>Palun hinnake 5palli süsteemis, kui tõenäolised on järgmised tulekahju tekkepõhjused</b> (1 - väga harva, 2 - paar korda 5 aasta jooksul, 3 - paar korda hooaja jooksul, 4 - kuni 10 korda hooaja jooksul, 5 - rohkem kui 10 korda hooaja jooksul) X						
1	Äike, välgu tabamus	X					
2	Aunade isekuumenemisest tekkinud isesüttimine						
3	Mootorite väljalaskesüsteemist lenduvad sädemed (autod, traktorid, vedurid)						
4	Rabas töötava tehnika kuumadele detailidele kogunenud turbatolmu süttimine						
5	Vigastest mootorite heitgaaside väljalaskesüsteemidest põhjustatud						
6	Seadmete töötamisel kuumenenud laagritest põhjustatud						
7	Seadmete, masinate vigastest elektrijuhtmetest						
8	Hooletu ümberkäimine lahtise tulega						
9	Masinate, seadmete remondil tehtavate tuletööde tagajärjel						
10	Tule edasikandumine raba ümbritsevast keskkonnast (näiteks metsas tehtud lõkkest)						
11	Hooletu suitsetamine						
12	Muud põhjused (palun kirjeldada)						
<b>2</b>	<b>Missugused tulekustutusvahendid ja -seadmed on ettevõttes kasutusel? Palun hinnata seadmete efektiivsust tule kustutamisel 5 palli süsteemis (1- vähe efektiivne ... 5 väga efektiivne).</b>						
	Tulekustutusvahend, seade.	1	2	3	4	5	Kommentaariid, märkused
1	Selgprits						
2	Kantav mootorpump						

3	ATV - le paigaldatud veepaak mootorpumbaga						
4	Traktorile rippesse haagitav veepaak pumbaga						
5	Traktoriga haagitav järelveetav veepaak						
6	Muud vahendid (palun kirjeldada)						
<b>3</b>	<b>Missuguseid allpool nimetatud seadmetest olete kasutanud rabas pinnatule leviku piiramiseks ja/või kustutamiseks? Palun hinnata seadmete efektiivsust tule kustutamisel ja/või leviku piiramisel 5 palli süsteemis (1- vähe efektiivne ...5 väga efektiivne).</b>						
	Seade.	1	2	3	4	5	Kommentaariid, märkused
1	Freese						
2	Profilaatoreid						
3	Buldoosereid						
4	Turbakraavi-tigupuhastajaid						
5	Muud seadmed (palun kirjeldada)						
<b>Millised meetodid ja vahendid on osutunud kõige efektiivsemaks pinnatule kustutamisel?</b>							
(Lühikirjeldus: millised seadmed, mitu inimest, kuidas ja kui suure pinna kustutamiseks.)							
<b>Millised meetodid ja vahendid on osutunud kõige efektiivsemaks isesüttinud aunade kustutamisel?</b>							
(Lühikirjeldus: millised seadmed, mitu inimest, kuidas.)							
<b>Millised ohud valitsevad tulekustutustöödel turbarabades ja milliseid tegevusi peaks kindlasti vältima?</b>							

### **Lisa 3. Ettevõtted.**

OÜ ASB Greenworld Eesti

AS Elva E.P.T.

AS Hiiu Turvas

OÜ Skaywind (OÜ Kekkilä Eesti)

OÜ MV Turvas

AS Nurme Turvas

AS Põlva Maaparandus

OÜ Rakvere Põllumajandustehnika

AS Ramsi Turvas

OÜ Siimusti Känd

AS Sangla Turvas

AS Tara-Torf

AS Tartu Jõujaam

AS Tootsi Turvas

AS Torf

AS Valmap Grupp