

JÕGEVAMAA GÜMNAASIUM

KAIRO KIITSAK

11.D KLASS

2001. AASTA JUULITORMID EESTIS

JUHENDAJA: VELLO MÄGI

SISSEJUHATUS

Äike kujutab endast elektrilist atmosfäärinähtust, mis tekib tõusvate õhuvoolude ja konveksioonipilvede intensiivse arengu tagajärjel, sisaldades erinevaid komponente, nagu rünksajupilved, välgud-müristamine, sajualad, laengud ja õhuvoolude süsteemid. Rünksajupilvede puhul on tegemist püstsuunas kõige tugevamalt arenenud pilveliigiga. Nende arengu käigus vabaneb tohutu energiahulk, mis võib põhjustada võimsaid loodusnähtusi, nagu näiteks paduvihmasid, tornaadosid, rahet, pagisid jms (1). Äike on ohuks nii loodusele kui ka inimestele.

Ühed hilise ajaloo rängimad äikesed Eestis olid 15. –19.07.2001. Neil ajaloolistel päevadel ulatus ööpäeva keskmine õhutemperatuur 23...26 °C-ni, kuid maksimaalne õhutemperatuur tõusis 28...34 °C-ni. Satelliitandmed (õhumasside analüüs) kinnitasid, et Eesti kohal oli troopiline õhumass. Kuumas ja niiskes õhumassis arenesid 16. juulil pärastlõunal nii õhumassisisised kui ka frontaalsed võimsad rünksajupilved (äikesed). Tugevate tuuleilide (pagide) mõjul murdis äikesetorm paiguti metsa, kohati sadas ka rahet ja esines üleujutusi. Tõenäoliselt tornaadod viisid peamiselt Lääne- ja Ida-Virumaal minema hoonete katuseid ja murdsid hulgaliselt metsa. Materiaalseks kahjuks hinnati ligikaudu 160 miljonit krooni ehk 12,1 miljonit eurot (9, lk 36–37).

Käesoleva uurimistöö eesmärgiks on kirjeldada ja leida sündmuste põhjusi lähiajaloo ühe tugevaima ja enim purustusi tekitanud, 2001. a juulikuiste äikeste kohta Eestis. Selliste ohtlike nähtuste tundmaõppimine aitab paremini neid järgmine kord ette näha (prognoosida) ja tagajärgedega paremini toime tulla.

Antud töö eesmärgid ja uurimisküsimused on järgmised:

- Anda ülevaade äikese olemusest, arengust ja ohtudest.
- Milline on nende äikeste olemus?
- Miks need tekkisid?
- Mida need kaasa tõid?

SISUKORD

1.	ÄIKE JA SELLEGA KAASNEVAD OHTLIKUD NÄHTUSED	3
1.1.	Äike	3
1.2.	Äikese tekkimine ja areng	3
1.3.	Äikese liigid	5
1.4.	Ohtlikud nähtused	7
1.4.1.	Tugevad vihmad.....	7
1.4.2.	Rahe	8
2.	MATERJAL JA METOODIKA	9
3.	TULEMUSED	11
3.1.	Ilmastikuolud Eestis võimsate äikesepuhangute eel	11
3.2.	Äikesepuhangud ööl vastu 16. juulit	12
3.3.	Äikesepuhangud 16. juuli pärastlõunal ja õhtul.....	14
3.4.	Äikesepuhangud ööl vastu 17. juulit	17
3.5.	Äikesepuhang 17. juuli ennelõunal ja õhtul.....	17
3.6.	Äikesepuhangud 18. juulil	19
3.7.	Äikesepuhangud 19. juulil	20
4.	ARUTELU JA JÄRELDUSED	21
5.	KOKKUVÕTE.....	22
6.	SUMMARY.....	23
7.	KASUTATUD KIRJANDUS	24
8.	LISAD.....	25
	Lisa 1.....	25
	Lisa 2.....	26

1. ÄIKE JA SELLEGA KAASNEVAD OHTLIKUD NÄHTUSED

1.1. Äike

Äike on elektriline atmosfäärinähtus, mis tekib tavaliselt tõusvate õhuvoolude ja konvektsioonipilvede intensiivse arengu käigus (4, lk 132); äikese kui nähtusega kaasnevad rünksajupilved, sajualad, õhuvoolud, laengud, välgu, müristamine jne.

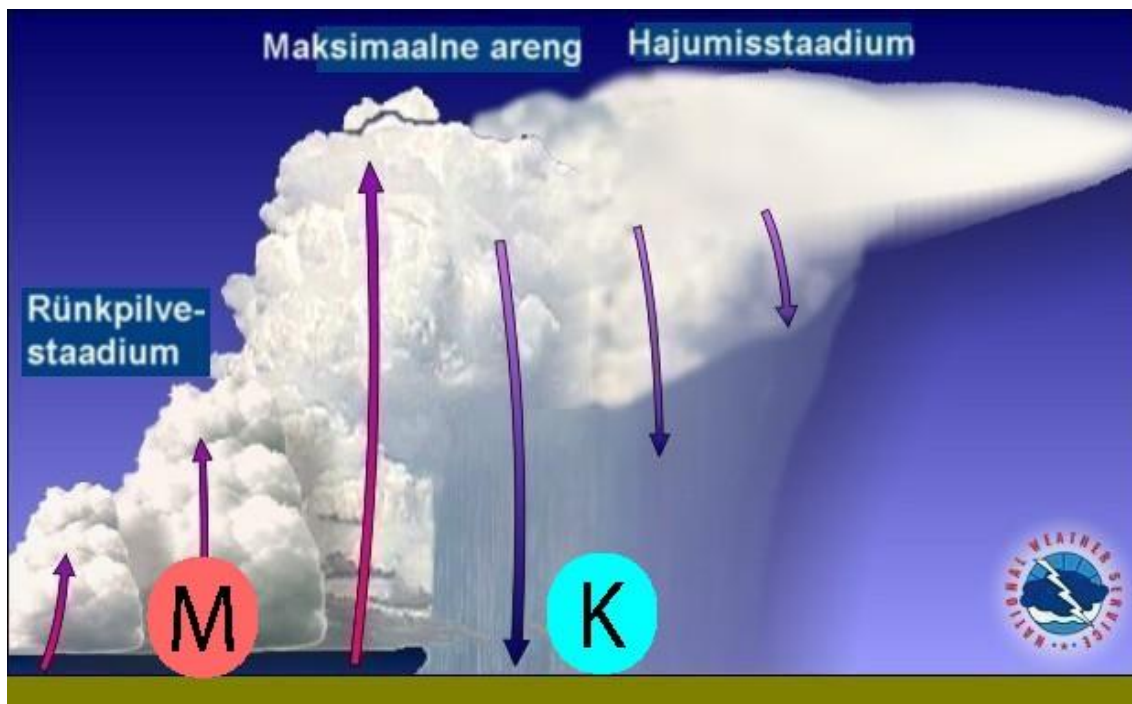
Äikese tekkeks on kindlasti vaja sorditud ruumlaenguid, mitte aga tingimata välke, kuigi eeldatavasti on välkude teke väga tõenäoline, st välgu võib vallandada mõni häiring, näiteks lennuki startimine või raketi õhku tõus. See ei tähenda, et vana ehk üksnes välgulöökidel tugineva definitsiooni võiks kõrvale heita. Näiteks äikesevaatlustel on see endiselt mõistlik ja asjakohane määratlus. Siiski, lihtsuse mõttes eeldame edaspidi, et äikese puhul tekib vähemalt üks välg.

1.2. Äikese tekkimine ja areng

Soodsatel tingimustel (vastavad õhumassi omadused ja sünoptiline olukord, vt allpool) arenevad rünkpilvedest rünksajupilved: väga tugeva konvektsiooni ehk õhu kiire püstsuunalise liikumise korral kerkivad rünkpilvede tipud üha kõrgemale, pilvede ümber võib tekkida tipploor (*pileus*) ja kui pilvetipp jäätub, ongi tekkinud rünksajupilv – sellest hetkest alates on võimalik välkude teke, pagid, rahe, paduvihm jms. Pilvede tippude jäätumisest annab märku nende lamedaks ja kiuliseks muutumine (9, lk 24).

Sellised äikesega rünksajupilved on väga paksud, paiknedes tavaliselt kõrgusvahemikus 0,5–10 km. Eesti kliimavöötmes (parasvöötme jahedas osas) on rünksajupilvede tippude kõrguseks enamasti 8–12 km, erandjuhtudel on tipud ulatunud maksimaalselt 14–17 km kõrgusele (9, lk 24).

Rünksajupilvedes on nii tõusvaid kui ka laskuvaid õhuvoole (joonis 1), mille kiirus on tavaliselt 10–30 m/s, erandina isegi kuni 60 m/s (näiteks üli-rünksajupilvedes, mis põhjustab hiidrahet). Samuti leidub seal keerised, sest sellistes pilvedes on turbulents alati mõõdukas või tugev. Sooja ja niiske õhu kerkimise ajal eraldub veeauru kondenseerumise tõttu palju varjatud soojust. See energia annab õhule tõuke kiiremaks tõusuks ja võimendab seetõttu pilve kasvu (9, lk 24).

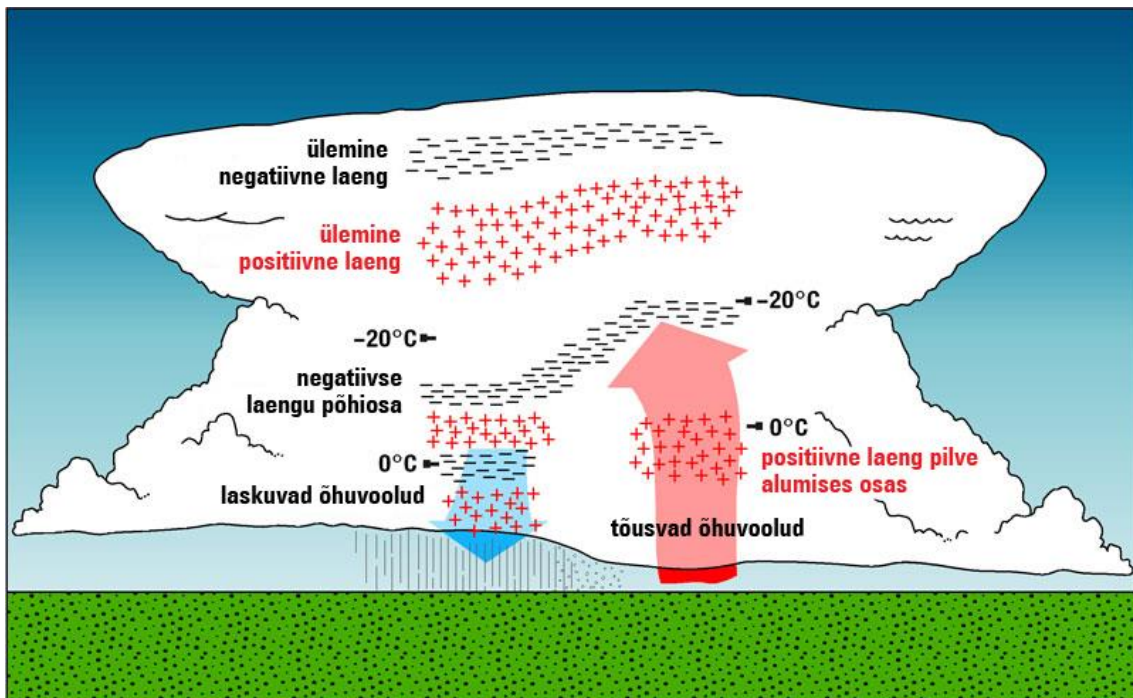


Joonis 1. Rüksajupilve tüüpiline arengukäik (liitrüksajupilv) (1).

Pilvede kiireks vertikaalseks arenguks on vajalik veel tingimus, et õhumassi (pilve ümbritseva keskkonna) temperatuur kõrgusega kiiresti langeb, sest sel juhul jääb kerkiv õhk ümbritsevast soojemaks – väiksema tiheduse korral rakendub üleslükkejõud, nii et õhu tõusmine kiireneb. Troposfääri kohal paiknev tropopaus lõpetab õhu ülestõusu ja pilve tipp valgub sellel kõrgusel laiali, moodustades pilve ülemise, alasikujulise osa. Kui rüksajupilvedes on tõusvad ja laskuvad õhuvoolud teineteisest eraldatud (pilve telg on liikumissuunas ettepoole kallutatud), annab see võimaluse pilve edasiseks arenemiseks (organiseerumiseks) – see juhtub tavaliselt tugeva tuulenihke tingimustes.

Olenevalt kõrgusest on ka temperatuur erinev, kuid troposfääris õhutemperatuur kõrgusega reeglina siiski langeb: rüksajupilve alumises osas on temperatuur tavaliselt üle 0 kraadi, kuid pilve tipus koguni -45...-60 kraadi, seetõttu koosneb see vaid jääkristallidest. Väga tugevate äikeste ajal võib temperatuur pilvede tippudes veel madalamalegi langeda, sest tipud ulatuvad kõrgemale (ka tropopaus on sel juhul tavaliselt kõrgemal). Nii koosneb pilve alaosa vihmapiiskadest, aga suuremal kõrgusel on valdavaks jääkristallid, vahepealne osa koosneb nii veetilkadest kui jääkristallidest, seal leidub teisigi sademeosakesi (hüdrometeore).

Veepiiskadest koosnev osa on üldiselt negatiivse laenguga, aga jääkristallidest koosnev osa positiivse laenguga. Tavaliselt on rüksajupilvedes neid kohti siiski korraga palju, kus elektriväli on tugevam kui vahetus ümbruses – laengutsentrid (joonis 2). Välgud sähvivadki valdavalt selliste laengukeskmete vahel (9, lk 24).



Joonis 2. Laengukeskmete paiknemise skeem äikesega rünksajupilvedes (National Storms Laboratory / Kaarel Damian Tamre).

Selline laengute tasakaalustamatus tekib eeskätt väiksemate jääkristallide ja suuremate veetiljade või jää- ja lumekruupide vahel. Suurema diameetriga sademeosakestel on kalduvus siduda elektrone, aga väiksemad osakesed jäävad positiivse laenguga. Tõusuvoolud kannavad pilves väiksemad hõljuvad osakesed üles ehk tipu suunas, raskemad sademeosakesed (veetilgad, suured lumehelbed, jää- ja lumekruubid, rahe) langevad allapoole pilve ehk aluse suunas. Seetõttu eralduvad pilvedes erinimeliste laengutega piirkonnad (9, lk 24).

1.3. Äikese liigid

Äikeseid liigitakse kahel moel: esimene neist on sünoptilise olukorra põhine ja teine organiseerumispõhine. Organiseerumispõhise klassifikatsiooni järgi jaguneb äike liht- (*single cell*) ja liitrünksajupilv (*multicell*), joonpagi (*squall line*) ja üliürünksajupilv (*supercell*).

Sünoptilise olukorra põhise klassifikatsiooni järgi jaguneb äike õhumassisiseseks ja frontaalseks, mõlemad omakorda vastavalt termiliseks, advektiivseks ja ortograafiliseks (õhumassisisesed); ja frondi tüübi järgi sooja, külma, oklusiooni- jne frondi äikeseks.

Õhumassisisesed (ka massisisesed) äikesed tekivad konvektsiooni tagajärjel ühe ja sama õhumassi sees, kui aluspind on tunduvalt soojem kui õhumass selle kohal (advektiivne äike, termiline äike veekogude kohal, eriti öösiti) või kui õhumass on oma alumistes kihtides soe ja

niiske, aga keskmises ja ülemises osas kuiv ja külm (terminine äike). Selline õhumass on kihistuselt labiilne ja seetõttu on seal soodsad tingimused tugevate tõusvate õhuvoolude tekkeks (9, lk 22).

Pilved hakkavad moodustuma, kui tõusev õhk jõuab kondensatsioonitasapinnani. Õhumassisest äikest võib peaaegu kindlasti oodata juhul, kui õhutemperatuur on aluspinna lähedal üle 20 kraadi ja õhutemperatuur langeb tõustes 0,75 kraadi või rohkem 100 m kohta, kastepunkt on aga üle 16 kraadi. Kastepunkt on õhutemperatuur, mille saavutamisel (tavaliselt jahtumisel) õhus olev veeaur hakkab kondenseeruma, sest õhk on veeaurust küllastunud (suhteline niiskus on siis 100%). Sellised äikesed kujunevad välja tihti suvisel pärastlõunal (9, lk 22–23).

Õhumassiseseid äikeseid nimetatakse vahel ka terministeks äikesteks, sest nad tekivad maapinna intensiivse soojenemise tagajärjel, kui õhus on piisavalt niiskust. Samuti kuuluvad õhumassisest äikeste hulka advektiivsed äikesed, mis arenevad kevadel ja suvel jahedas niiskes õhumassis, kui see voolab soojale aluspinnale. Sellised äikesed on tavalised kõrgrõuharjas, mis tekib külma frondi taga jahedas õhumassis. Suve lõpus ja sügisel areneb terminine ja advektiivne äike eeskätt mere kohal, kui sinna voolab jahe õhumass (9, lk 23–24).

Frontaaläikesed on enamasti seotud mingisuguse frondi lähedusega. Samas tekivad nad mitte otse frondil, vaid selle ees soojas õhumassis, eriti külma ja külma tüüpi oklusioonifrondi korral (liitfront, mis tekib sooja ja külma frondi liitumisel). Seevastu sooja frondi äike tekib tihti otse frontaalpinnal.

Frondiäike, nagu iga teine äike, tekib sagedamini soojal aastaajal, kuid vahel ka varakevadel, hilissügisel ja isegi südatalvel. Äikese tekkimise põhjus frondiga seoses on see, et väiksema tihedusega õhumass sunnitakse suurema tihedusega õhumassi saabumisel kerkima. Mida kiiremini front liigub, mida suurem on õhumasside tiheduse erinevus (see tuleneb temperatuurist ja niiskusest) ja mida suurem on tõusvas õhumassis niiskussisaldus, seda võimsam võib olla frontaaläike. Siiski, rüksajupilved tekivad tavaliselt frondi (külm või külma tüüpi oklusioonifront) ees soojas õhumassis nn ebapüsivusjoonel, kus äikese tekkimiseks on tingimused parimad. Selline rüksajupilvede kogum paikneb tavaliselt atmosfäärifrondi ees kitsa vööndina, mille pikkus võib ulatuda üle 1000 km ja laius keskmiselt 30–50 km. Frontaaläikesed liiguvad edasi koos atmosfäärifronidiga juhtvoolu suunas (9, lk 23–24).

Suhteliselt harv, ent see-eest väga tugev ja ohtlik võib olla äike soojal frondil. Sooja frondi äikesed on kõige tugevamad öösel ja varahommikul, sest siis jahtub pilvede ülemine pind, kasvab temperatuuri vertikaalne gradient, konvektsioon tugevneb ja tekivad rüksajupilved (9, lk 23).

1.4. Ohtlikud nähtused

Maailmas saab igal aastal vigastada ja hukkub palju inimesi ohtlike ilmanähtuste tõttu. Üheks selliseks on äike.

Äikest kui elektrilist atmosfäärinähtust tuleks käsitleda tunduvalt täpsemalt: tegu on rünksajupilve või nende kogumiga, mis on võimelised tekitama välke, mis tähendab, et eeskätt on tegu pilvedega, millega on seotud mitmekesine valik nähtusi tuultest ja sademetest kuni elektriliste nähtusteni.

Äikesed võivad olla ohtlikud väga mitmes mõttes – välkudest üleujutusteni. Intensiivsemad äikesed on võimelised põhjustama ulatuslikke ja märkimisväärsed kahjustusi, sest tugeva äikesega tekib rohkem välke; see haarab tavaliselt suure territooriumi, nii et tugevad sajud võivad ühes kohas kaua, isegi tunde kesta, suurem on rahe võimalus; pilvede organiseerumise korral võivad tekkida hiidrahe ja tornaadod. Organiseerumine tähendab seda, et rünksajupilvede ehitus muutub sobiva tuuleprofiili tõttu selliseks, et tõusvate ja laskuvate õhuvoolude alad eralduvad üksteisest, nii et selline äike kestab kauem, suureneb hiidrahe ja tornaadode oht (6). Kõik sellised äikesega kaasnevad nähtused (või kui need on piisavalt intensiivsed ja/või kauakestvad) on ohuks nii loodusele kui ka inimestele.

1.4.1. Tugevad vihmad

Tänapäevase ametliku määratluse kohaselt on eriti ohtlik sademete hulk Eestis 30 mm ühe tunni või lühema aja vältel (paduvihm) või sajuhulk 50 mm ja üle selle 12 tunni või lühema aja vältel (haaratud vähemalt 30% territooriumist) (8). Sisuliselt on aga ohtlik sademete hulk selline, mis tekitab kahju. See võib mõjutada ootamatult ja oluliselt inimeste liikumist ning käitumist.

Paduvihmatüüpe on kaks, millest esimene on seotud eeskätt äikesega (I tüüp), teine aga kihtsajupilvedega (II tüüp).

Eriti tugeva vihmaga (paduvihmaga) kaasnevad keskkonnakahjustused – see võib põhjustada tänavate ja teede ärauhumist, liiklusseisakuid, vesi võib tungida tunnelitesse ja keldritesse (8).

Intensiivseid vihmasadusid esineb ka Eestis. Need võivad olla nii lühiajalised (I tüüp) kui ka kauakestvad (II tüüp). Tugevate sadude põhjustajateks on enamasti võimsad rünksajupilved, mis arenevad soojas ja niiskes õhus (seevastu teist tüüpi paduvihmad on seotud nt lõunatsüklonitega). Need pilved arenevad kiiresti kõrgusesse ja võivad mõnikord ulatuda troposfääri ülapiirini (rohkem kui 10 km kõrgusele aluspinnast), kuid see oleneb aastaajast ja õhumassist. 50. laiuskraadidel

paikneb troposfääri ülapiir tavaliselt 10–12 km kõrgusel, kuid vahel, eriti soojas õhumassis, võib paar kilomeetrit enam olla.

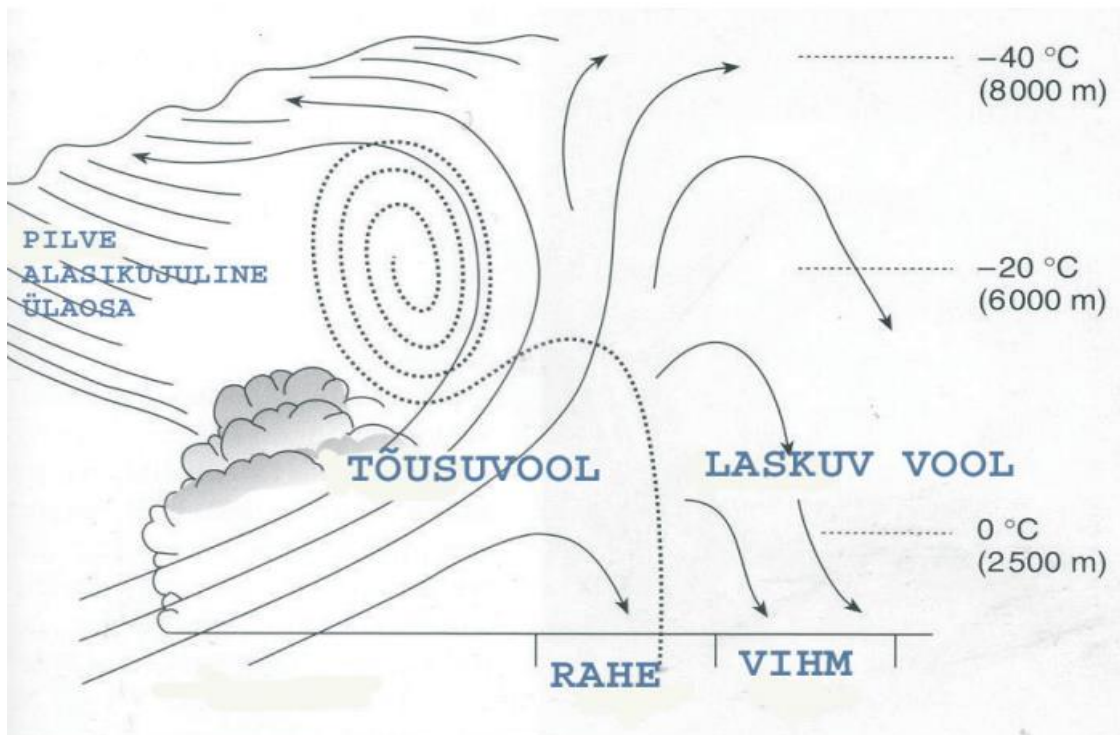
Soodsaid tingimusi selliste pilvede tekkeks loovad enamasti tsüklonid ja fronid, kuid mitte alati. Sageli on äike seotud just antitsükloni servaalaga, milles võivad tekkida suured äikesed, need omakorda võivad põhjustada suurel territooriumil intensiivseid ja pikaajalisi sadusid, näiteks 2001. a juulitormide ajal oli samasugune olukord. Siiski on sellisel juhul ikkagi läheduses mõni tsüklon, madalrõhulohk või nendest lähtuv front.

1.4.2. Rahe

Rahe on sademed, mis kujutab endast väga erineva kuju ja suurusega jäätükke diameetriga vähemalt 0,5 cm (kui on väiksemad, siis nimetatakse peenrahe või jääkruubid). Neid on väga raske katki suruda. Mõnikord, tavaliselt hiidrahe puhul, võib jälgida kihelist ehitust: südamik on läbipaistmatu, kuid edasi vahelduvad läbipaistvad (jäised) ja läbipaistmatud (lumised) kihid. Tavaliselt on rahe diameeter 0,5–2 cm, kuid eriti tugevate tõusvate õhuvooludega võivad raheterad saavutada kuni 10 cm läbimõõdu ja mitmesaja-grammise massi (5). Rahet loetakse ohtlikuks siis, kui selle läbimõõt on 2 cm või üle selle.

Rahe moodustub tavaliselt võimsates rünksajupilvedes, mille kõrgus on sageli 9–12 km, vahel külmas õhumassis võib olla ka madalamal.

Kui õhus sisaldub üsna vähe jääkristallide tekkeks vajalikke tuumakesi, jääb enamik veepiisakesi alla jahtununa vedelasse faasi (-40°C -ni jahtudes külmuvad kõik veepiisad olenemata sellest, kas jäätumiseks on sobivaid tuumakesi või mitte – seetõttu koosneb 7 km kõrgemale ulatuv pilvetipp alati jääkristallidest). Selle tagajärjeks on veepiiskade külmumine vähestele jääkristallidele. Samal ajal pidurdub tõusva õhu temperatuuri tõus, mis on tingitud kondenseerumisel vabanevast soojusest. Selle käigus tekivad võimsad tõusvad ja laskuvad õhuvoolud (joonis 3), mille kiirus võib ulatuda 30–40 m/s, erandjuhtudel kuni 60 m/s. Eialgu suhteliselt kerged külmunud veekihi jätkkristallid kantakse tõusvate õhuvooludega üles, kus läbipaistva külmunud veekihi külge kinnituvad lumekübemed. Nendest moodustub rahetera läbipaistmatu kiht. Selliselt võib rahetera liikuda mitu korda üles-alla, vastaval arvul tekib ka läbipaistmatuid ja läbipaistvaid kihte. Mingil hetkel ei pruugi tõusvad õhuvoolud olla võimelised neid enam kaasas kandma ja siis nad kukuvad maha (3).



Joonis 3. Rahe tekkimine konveksioonipilves (9).

1998. a juunis mõõdeti Haanja ilmajaamas kõige suurema rahetera läbimõõduks 5 cm. Tavalised ilma- ja loodushuvilised teatasid veelgi suurematest rahekamakatest.

Üks teine erakordne ja tähelepanu pälvinud sündmus leidis aset 2000. a maikuu lõpus Tartu- ja Jõgevamaal, kus sadas kana- ja hanemunasuursi raheteri. Raporteeriti lausa 12 cm läbimõõduga rahest, mille olevat leidnud üks talumees (3).

2. MATERJAL JA METOODIKA

2001. a äikesetormide paremaks kirjeldamiseks kasutasin eelkõige Riigi Ilmateenistuse 2015. a suvel saadud andmeid nii Euroopa meteoroloogiasatelliitide organisatsioonilt (EUMETSAT) kui ka Eesti ilmajaamade vaatlusandmeid vahemikus 15.–19.07.2001. Viimased hõlmavad endas peamiselt informatsiooni tuule suuna, selle keskmise ja maksimaalse tugevuse, pilvede hulga, sademete koguse, õhurõhu ja ilmajaamades fikseeritud atmosfäärinähtuste kohta. Suureks abiks olid veel sisukad loodus- ning ilmateemalised raamatud, mille informatsiooni õnnestus samuti ära kasutada: näiteks leidsin nendest põhjalikke seletusi ohtlikest ilmastikunähtustest.

Lisaks kõigile eelnevalt nimetatud allikatele on selles uurimistöös kasutatud ka Eesti inimeste saadetud meenutusi, kirjeldusi, vaatlusandmeid, helisalvestusi, foto- ja videomaterjali nende äikesepuhangute kohta.

Varasemalt on sarnast uurimistööd teinud Tartu Ülikoolis Sven-Erik Enno, kes uuris pagituulte tekkimist rünksajupilvedes. Enda uurimistöös kasutasin ka tema kogutud informatsiooni nende äikesetormide kohta vahemikus 15.–19.07.2001.

Vajaliku informatsiooni kogumise esimeseks sihiks võtsin 2014. aasta suvel erinevate Eesti looduse- ja ilmateemaliste lehekülgede artiklid ning maakondade ajalehed, kust leidsin palju materjali nende äikesetormide olemuse ja tagajärgede kohta. Kogutud informatsioon aitas paremini teemasse süveneda.

Juba 2015. a suvel koostasın pöördumiskirja mitmele ajalehetoimetusele, näiteks Vooremaale ja Meie Maale, et nad avaldaksid rahvale üleskutse saata enda mälestusi, pilte, videoid ja vaatlusandmed, mis oleksid seotud 2001. a juulitormidega. Toimetused olid vastutulelikud ja avaldasidki hiljem üleskutsed enda ajalehtedes. Tänu sellele jõudis Eesti inimeste poolt minuni veelgi rohkem kvalitatiivset informatsiooni.

2015. a juulikuu keskpaigas toimus Jõgeva Põhikoolis järjekordne Eesti ilmahuviliste ja äikesevaatlejate kokkutulek. Kokkutulekul puutusin kokku erinevate Tartu Ülikooli professorite, õppejõudude ning pikaajaliste ilma- ja äikesevaatlejatega, kes andsid mulle edaspidiseks uurimiseks hulgaliselt nõuandeid ja soovitusi. Mõned inimesed jagasid ka enda muljeid ja saatsid mulle hiljem põhjalikke vaatlusandmeid nii digitaalkujul kui paberkandjal.

Samuti kontakteerusin Riigi Ilmateenistusega, et pääseda ligi arhiivis hoitavatele andmetele. Avalikkusele pole need paraku kättesaadavaks tehtud. Tänu Riigi Ilmateenistuses töötavatele inimestele õnnestus sealt saada väga palju satelliidipilte, ilmajaamade vaatlusandmeid, sondeerimisandmeid ja isegi ilmakaarte, et neid äikesetorme paremini uurida.

Koostööd tegin ka praeguseks suletud Jõgeva Ilmahuvikeskusega, mis oli nõus jagama ilma- ja loodusteemalisi raamatuid, erinevaid väljavõtteid lehtedest, kokkuvõtvaid aruandeid 2001. aasta ohtlikest ilmanähtustest ning veelgi detailsema taustaga Jõgeva ilmajaama vaatlusandmeid.

Kui vajalikud andmed kätte sain, alustasin nende analüüsimist. Esmalt uurisin ilmakaarte, et püüda selgust saada sünoptilise olukorra osas, sest see määras üldjoontes toimuvad sündmused. Seejärel uurisin satelliidipilte, sondeerimisandmeid jms täiendavaid allikaid, et täpsustada äikeste liikumist. Inimeste meenutused ja muud sellised materjalid aitasid selgust saada kahjustuste liigi ja ulatuse osas.

3. TULEMUSED

See peatükk annab ülevaate Eestis 15.–19.07.2001 esinenud äikesepuhangutest, mida põhjustas enamasti Läänemere kohal asetsenud väheliikuv tsüklon, mis sattus vastasseisu Venemaa kuuma antitsükloniga.

Rõhkkondade koosmõjul valitses Ida-Euroopas lõunavool, mis kandis Eestisse niiske ja kuuma troopilise õhumassi. Lõuna-Eestis ja Kagu-Eestis oli päevane õhutemperatuur kohati +30...+34 kraadi. Soodsates tingimustes kujunesid välja võimsad ja ulatuslikud äikesed, mis liikusid enamasti põhja või kirdesse, põhjustades tugevaid paduvihmu, tuulepuhanguid (pagisid), tornaadosid, rohkelt välke ja suure läbimõõduga rahet.

3.1. Ilmastikuolud Eestis võimsate äikesepuhangute eel

Sündmuste arengu alguseks võib pidada tegelikult 14. juulit. Sellel päeval oli äikeseaktiivsust Euroopas üsna vähe, ainult Lõuna-Prantsusmaal olid suured äikesekolded (need püsisid ka 15. juuli öösel).

15. juulil tugevnes Ida-Euroopas kuum antitsüklon, aga Kesk-Euroopa kohalt levis aeglaselt Läänemere suunas uus madalrõhkkond. Viimane kandis Läänemere poole täiendavat kuuma ja niisket õhu. Nii hakkasid 15. juuli pärastlõunal aset leidma suured muutused: pärastlõunasel ajal tekkis intensiivne front, kus 15. juuli õhtuks ulatus äikesekogumite ahel Lõuna-Prantsusmaalt üle Kesk-Euroopa ja Läänemere Lõuna-Soomeni.

Selle saabumisest Eestis andis märku tuule suuna ja tugevuse muutumine. Eelnevatel päevadel puhus meil peamiselt edelatuul. Samal ajal kui Läänemere kohale levis madalrõhuvöönd, püsis Venemaal väga kuuma troopilise õhumassiga kõrgrõhkkond. Seal tõusis päevane õhutemperatuur kohati üle +30 kraadi.

Madalrõhkkonna ja kõrgrõhkkonna koosmõjul asendus varem valitsenud nõrk ja muutlik tuul 15. juuli varastel hommikutundidel ida- ja kagutuulega, mis hakkas järk-järgult tugevnema. Seda põhjustas poolmeridionaalne tsirkulatsioon, st õhuvool lõunast ja kagust – see tingis Eestis kuuma õhu juurdevoolu ja seega õhutemperatuuri tõusu. Seda kinnitavad ka ilmakaardid, et soojema õhu sissevool sai alguse peamiselt kagu ja lõuna poolt.

Nii algas 15. juuli kõikjal Eestis päikesepaisteliselt ja palavalt. Satelliidipildid näitavad, et taevast oli peamiselt vähese või vahelduva pilvisusega ja kohati esines selginemisi. Lõunaks tõusis õhutemperatuur Kagu-Eesti ilmajaamades +23...+27 kraadini, mujal sisemaal ja saartel oli sellel ajal õhusooja natukene vähem.

Õhtul ulatus õhutemperatuur idapoolsetes maakondades kohati ligi 30 soojakraadini. Näiteks ilmajaamade vaatlusandmete kohaselt jäi õhutemperatuur kella 20 paiku veel sisemaal +25...+29 kraadi vahele. Taevas oli Eesti kohal kaetud peamiselt kõrgema kihi pilvedega, mis sademeid ei põhjustanud. Hilisõhtuks jõudis äikeselaine Saaremaale ja Hiiumaale.

3.2. Äikesepuhangud ööl vastu 16. juulit

Poolas ja Läänemerel olev äikesevöönd liikus kirdesse otse Balti riikide suunas (joonis 11). Ööl vastu 16. juulit tihenes pilvisus kiiresti kogu Eestis. Esimesed nõrgad või mõõdukad äikesed jõudsid esmalt Saaremaale ja Hiiumaale.

Ristna ilmajaama vaatlusandmed kinnitavad, et äikesed põhjustasid keskööl seal piirkonnas tugevat paduvihma. Sajuhulgaks oli märgitud üle 40 mm. Pärast paduvihmu põhjustanud äikesed langes õhutemperatuur saartel +20 kraadist natukene madalamale: umbes +16...+18 kraadini. Mandril pärast keskööd esialgu midagi märkimisväärsset ei toimunud, ilm püsis palavana ja sademeteta: õhutemperatuur jäi valdavalt veel +20...+25 kraadi vahele (2).

Äikesed levisid edasi läänerranniku suunas, jõudes sinna ligi tund aega pärast keskööd. Kella 2 seisuga paiknes itta suunduv front umbes Tallinna-Pärnu joonel ehk meridionaalselt. Need äikesed ei põhjustanud Lääne-Eestis õnneks erilisi kahjustusi ega väga tugevaid pagisid. Ainult Virtsus ja Pärnus oli tuulepuhangute tugevuseks mõõdetud ligi 15 m/s. Mujal olid tuuleiilid nõrgemad (2).

Paar tundi pärast keskööd muutus olukord pingelisemaks: lõunavooluga saabusid Lätist Lõuna-Eestisse uued ja tunduvalt võimsamad rünksajupilved koos äikesega. Välkude hulk oli nendes pilvedes igatahes kordades suurem kui saartelt itta levinud vööndis.

Lõunakaartest kohale jõudnud äikesed nihkusid edasi peamiselt põhja- või kirdesuunas ning põhjustasid Viljandi- ja Valgamaal tugevaid tuuleille, paduvihmu; ilmajaamades registreeriti isegi rahet. Tartu piirkonda jõudis see äikesevöönd umbes kella 2 ja 3 vahel (2). Teada on ka üks tornaado juhtum, mis leidis aset nende äikeste ajal Tartu lähedal Luunjas (joonis 4). Seda kinnitavad ka ühe valvekaamera lindistused.

Tornaado jõudis sinna edela poolt ja tekitas mõningaid kahjustusi, rebides näiteks ühel suurel hoonel plekk-katuse osaliselt lahti.



Joonis 4. Tornaadokahjustused Tartumaal Luunjas (foto: Ain Kallis)

Kella 3–4 paiku olid äikesed suundunud juba Järva-, Jõgeva- ja Virumaa aladele. Varahommikuks olid need äikesed juba nõrgemaks muutunud, 16. juuli hommikul kella 5 ja 6 vahel registreeriti Kirde-Eestis kõigest nõrk sadu koos äikesega (2).

Öine äikesepuhang koosnes 15.–16. juuli öösel kahest osast: esimene äikesevöönd levis aeglaselt läänest itta ja teine jõudis pisut hiljem ühes lõunavooluga Eesti lõunapoolsetesse maakondadesse ning liikus sealt edasi põhja- või rohkem kirdesuunas. Need äikesed ei kestnud lühikest aega, vaid hoopis kaua, kuna sellel ööl olid tingimused ebatavaliselt soodsad.

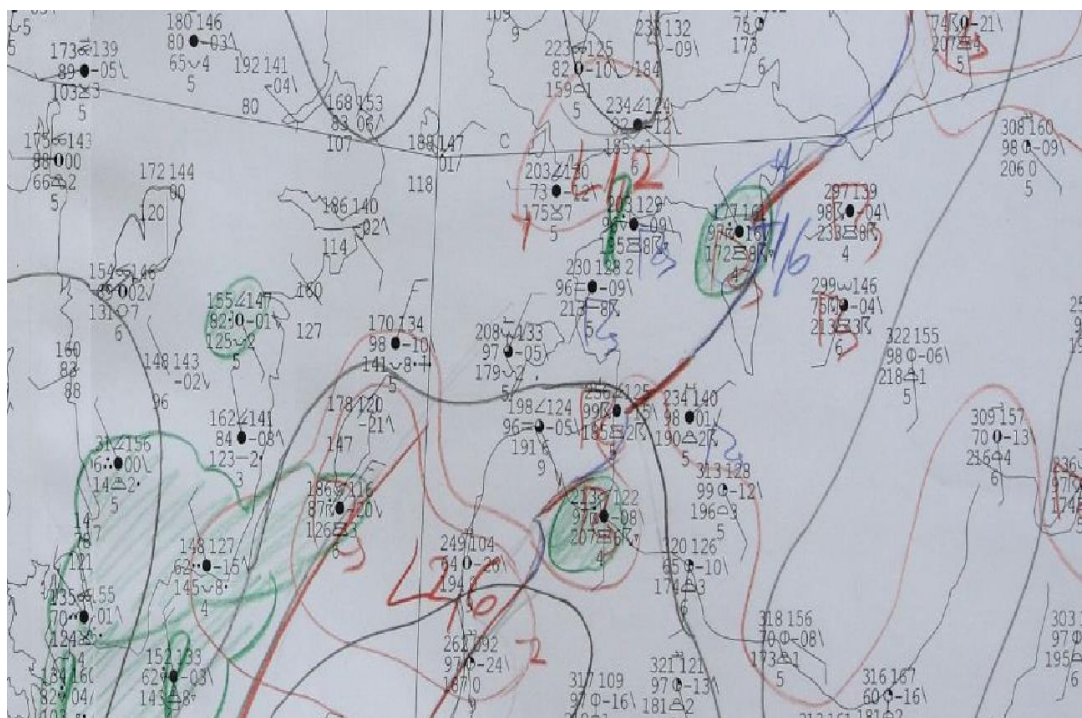
16. juuli hommikuks rauges esimene suurem äikeselaine. Nõrka äikest täheldati veel Saaremaa lõunaosas Sõrves. Kõige rohkem sademeid esines öö jooksul Hiiumaa lääneosas, Saaremaa lõunaosas ja Tartumaal.

Algas uus päev väga kuuma troopilise õhumassi mõjusfääris. Ennelõunal kella 9 paiku valitses mandril peamiselt pilves või pilves selgimistega ilm, sademeid ei esinenud ning õhutemperatuur tõusis Ida- ja Kagu-Eestis valdavalt +23...+30 kraadini. Näiteks Tartu-Tõravere ilmajaamas oli sellel kellaajal õhusooja lausa +29,3 kraadi ja Jõgeval +27,1 kraadi. Satelliidipiltide kohaselt pilvisus hõrenes Ida-Eestis ja tõenäoliselt tuli isegi päike pilvede tagant välja. Õhumass oli läänepoolsetes maakondades pisut jahedam ning seetõttu piirdusid sealsed õhutemperatuurid põhiliselt +18...+22 kraadiga [2].

3.3. Äikesepuhangud 16. juuli pärastlõunal ja õhtul

Pärastlõunal oli Eestis juba väga suur õhutemperatuuride erinevus. See oli tingitud õhumasside erinevusest, kuna läänes oli see jahedam, aga kagus ja idas tunduvalt kuumem. Kuna puhus valdavalt kagu- ja lõunatuul, mis kandis kuuma õhku juurde, siis päikeseline ilm soodustas ka kiiremat soojenemist Eesti kagu- ja idaosas. Päeva teiseks pooleks kerkis õhutemperatuur sisemaal ligi +25...+30 soojakraadini, saartel püsis õhutemperatuur 20 kraadist paari kraadi võrra kõrgemal või madalamal; maksimaalsed päevased temperatuurid jäid Kagu-Eestisse: seal mõõdeti sooja lausa +30...+34 kraadi.

Labiiline õhumass soosis taas äikeste arengut ja just sellel päeval oli läänest itta liikumas uus külm front (joonis 5). Pärastlõunane äike koosnes samuti kahest osast nagu öinegi. Esimesed rünksajupilved jõudsid äikestega Eesti lääneossa juba kella 12 paiku. Satelliidiandmete ja ilmajaamade vaatlusandmete kohaselt olid äikesed paar tundi hiljem jõudnud juba Ida-Eestisse, põhjustades ka seal tugevamaid sajuhooge ja tuulepuhanguid.



Joonis 5. Sünoptiline Ringkaart, millele on märgitud külma fronti liikumine äikestega üle Eesti (Riigi Ilmateenistuse arhiiv).

Teine äikeste kogum arenes ja intensiivistus kiiresti Lõuna-Eesti aladel. Soodsates tingimustes kujunesid välja lühikese ajaga muudkui uued rünk- ja rünksajupilved, millest viimased hakkasid taas välke, tugevaid tuuleile ning sademeid põhjustama. Kõigest paari tunniga haarasid intensiivsed äikesed Valga-, Viljandi-, Tartu- ja Jõgevamaa enda mõju alla ning põhjustasid

nendes maakondades erinevaid kahjustusi (2). Näiteks Tartu linnas olid osad tänavad üle ujutatud ja puud olid kohati autodele peale kukkunud.

Ühtlasi kirjeldasid sellel päeval inimesed, et rüksajupilved, mis tõid kaasa tugeva äikese, olid oma suuruselt üsna massiivsed ning välimuselt hirmuäratavad. Tihti märgati ka suuri pilvevalle rüksajupilvede alumises osas. Need olid tõenäoliselt suured riiulpilved, mida inimesed oma silmaga nägid. Üks selline juhtum on kindlalt fikseeritud 16. juulil Tartu lähedal Eerikal (joonis 6 ja 12).



Joonis 6. Riiulpilv Tartu lähedal Eerikal (foto: Risto Iljas)

Tugevad äikesed ja nendega kaasnenud sajuhood ning pagid põhjustasid Tartu linnas kui ka teistes eelnevalt mainitud maakondades üleujutusi, murdsid puud ja tekitasid palju muud varalist kahju. Kahjustusi tekitasid ka pagituuled. Äikese saabumise ajal registreeriti pisut peale kella 14 näiteks Jõgeval äkiliseks tuuleiliks 30 m/s. On teada veel, et Jõgeva piirkonnas sadas pärastlõunal kella 14 ja 15 vahel 30 minutiga üle 15 mm vihma, tugev tuul murdis palju puud, lennutas katustelt suuri eterniitplaate ja põhjustas hulgaliselt elektrikatkestusi (7). Kõiki äikesetormi poolt tekitatud kahjustusi ei jõuagi ette lugeda.

Pilvede liikumine toimus sellel pärastlõunal enamasti põhja- ja mingil määral ka kirdesuunas. Öhtuks oli sisuliselt kogu Eesti äikestest haaratud. Kõige suuremast rajust jäi puutumata Lääne-Eesti, kus märkimisväärseid äikesekahjustusi ei esinenud. Selle päeva jooksul esines kõige rohkem sademeid Tartu-, Valga-, Viljandi- ja Jõgevamaal, kus sajuhulk ulatus kohati 40 mm-ni või

sellest natuke ülegi (2). Äikestest tingitud sajuhulk oli suur ka Lääne-Virumaal ja Ida-Virumaal. Äikesed kestsid mõnel pool peaaegu terve päeva, sest kuumas õhumassis jätkus pidevalt uute rünpilvede areng, millest kujunesid kiiresti järgmised potentsiaalsed äikesed. See oli kui äikeste regeneratsioon.

Võimas äikesepuhang jättis 16. juulil maha ligi 80 km pikkuse ja kuni 10 km laiuse tormijälje Virumaa metsadesse alates Jõgevamaal paiknevast Endla järvest kuni Ida-Virumaa Kohtla kaevandusteni (2). Väga suure küsimärgi alla ongi jäänud see, kas tegu oli mõne trombiga, mis põhjustas nendes metsades sel päeval tohutut kahju, või olid need hoopis tugevad pagid, mis murdsid hektarite kaupa puid. Kindlad tõendid selle kohta kahjuks puuduvad. Küll aga on mõned inimesed kirjeldanud, kuidas pärast intensiivseid äikesetorme olid eelnevalt nimetatud maakondade metsad väga palju kahjustada saanud. Samuti on mainitud ja ka leidub fotosid sellest, kuidas sealsetes metsades olid puud maha langenud ühes suunas (joonis 7 ja 14). Sellest võib järeldada, et tegu oli lihtsalt tugevate pagituultega. Sellel päeval oli võimas äikesevöönd hoopis edelast kirdesse liikunud. Valdavad tuuled olid seega edela- või lõunatuuled. Samas on osade inimeste poolt laekunud teateid ka pikkadest koridoridest metsas ja risti-rästi maha langenud puudest.



Joonis 7. Kahjustada saanud mets Lääne-Virumaal Kärus kandis (foto: Kalle Rand).

3.4. Äikesepuhangud ööl vastu 17. juulit

Viimased äikesed olid 16. juuli hilisõhtul Ida-Virumaa kohalt parajasti lahkumas, kui edela poolt üle Läänemere saabus saarte suunas juba uus äikeste kogum. Enne keskööd fikseeriti äikese esinemine järgmistes ilmajaamades: Vilsandil, Kihnus, Sõrves ja Ristnas. Liivi lahele jõudnud äikesekolle põhjustas natuke pärast keskööd Kihnu saarel tugevaid sajuhooge ja tuulepuhanguid kuni 27 m/s. Intensiivne äikesevöönd liikus sealt edasi kirde suunas, jõudes kella 1 ja 2 vahel Pärnumaale ja Järvamaale (2). See äikesekolle pidi põhjustama hulgaliselt välke, kuna nende maakondade kohalikud elanikud on varasemalt kirjeldanud, kuidas taevas oli öösel valgusähvatustest pidevalt valge.

Samal ajal kui üks aktiivne äikesekolle paiknes mandri keskosas, liikus teine, kuid natuke rahulikum pilvemassiiv Läänemere kohalt taas üle Saaremaa ja Hiiumaa, jõudes pärast keskööd Harjumaani. See äike väga tugevaid sajuhooge ja tuuleile ei põhjustanud.

Mõlemad äikesekolded olid öösel seotud sooja frondiga, sest need arenesid sooja õhumassi pealetungi tulemusena. Fakt on see, et sooja frondi äikesed on kõige tugevamad just öisel ajal ning eriti veekogude kohal, sest siis toimub kõrgemate õhukihtide kiire jahtumine ja temperatuuri vertikaalse gradiendi suurenemine, mille käigus muutuvad vertikaalvoolud tugevamaks. Selle tulemusel kasvavad rünksajupilved suuremaks ja kõrgemaks, olles võimelised põhjustama väga palju välke.

Kuid see polnud kõik, sest lõuna pool tekkis veel üks uus äikesekolle, mis põhjustas tugevaid sajuhooge ja pagisid, nagu ka eelmiste äikesepuhangute korral. Suured vertikaalse arenguga pilved liikusid lõunast põhja, ulatudes umbes kella 2 paiku öösel Valga- ja Tartumaani. See äike jõudis Jõgevamaa kohale kella 4–5 paiku ja muutus seal järk-järgult nõrgemaks (2). Lääne-Virumaa ja Ida-Virumaa pääsesid suuremast äikeserajust. Kummalisel kombel jäi sellel ööl ka Kagu-Eestis paiknev Võrumaa intensiivsest äikesest puutumata.

3.5. Äikesepuhang 17. juuli ennelõunal ja õhtul

Uus hommik algas Eestis rahulikult. Soojem õhumass oli ööga tunduvalt rohkem läände nihkunud, valitsedes nüüd kogu sisemaal. Päikese mõjul tõusis õhutemperatuur pärastlõunal Lääne-Eestis üle +25 kraadi. Mujal mandril püsis samal ajal samuti suviselt soe ja kuiv ilm.

Kuna ilmingimused olid jätkuvalt väga soodsad, hakkasid ennelõunal rünkpilved kiiresti kõrgustesse kasvama. Esimene äikesekolle andis endast märku Liivi lahel Kihnu piirkonnas. Kõigepealt levis see Pärnumaale ja jõudis sealt mõne tunniga Põhja-Eestisse. Äike osutus üsna

nõrgaks ega põhjustanud märkimisväärselt tugevaid sajuhooge ja tuulepuhanguid. See äike hääbus enne õhtut (2).

Labiiline ja väga soe õhumass kindlustas kogu päeva jooksul rünpilvede arenemise. Kella 18 paiku saabus võimas äikesepuhang edelast Liivi lahele ja liikus sealt edasi kirdesse. Samal ajal kui Liivi lahelt oli äike saabumas Kesk-Eestisse, andis endast märku järjekordne äikesekogum Lõuna-Eestis. See põhjustas Võru-, Viljandi- ja Tartumaal pagisid kohati kuni 22 m/s, paduvihmu ja rohkelt välke. Pärnumaalt Järvamaa suunas liikunud äike jõudis nõrgenenud kujul sinna kella 20–21 vahel. Äikeste mõju avaldus ka Jõgevamaal ja Virumaal (joonis 8 ja 13). Jõgeva maakonnas Tiirikojal mõõdeti enne keskööd kõige tugevamaks puhanguliseks tuuleks 24 m/s (2).



Joonis 8. Tormikahjustused Jõgevamaal Kärde külas Vallimäe talus (foto: Lembit Aare)

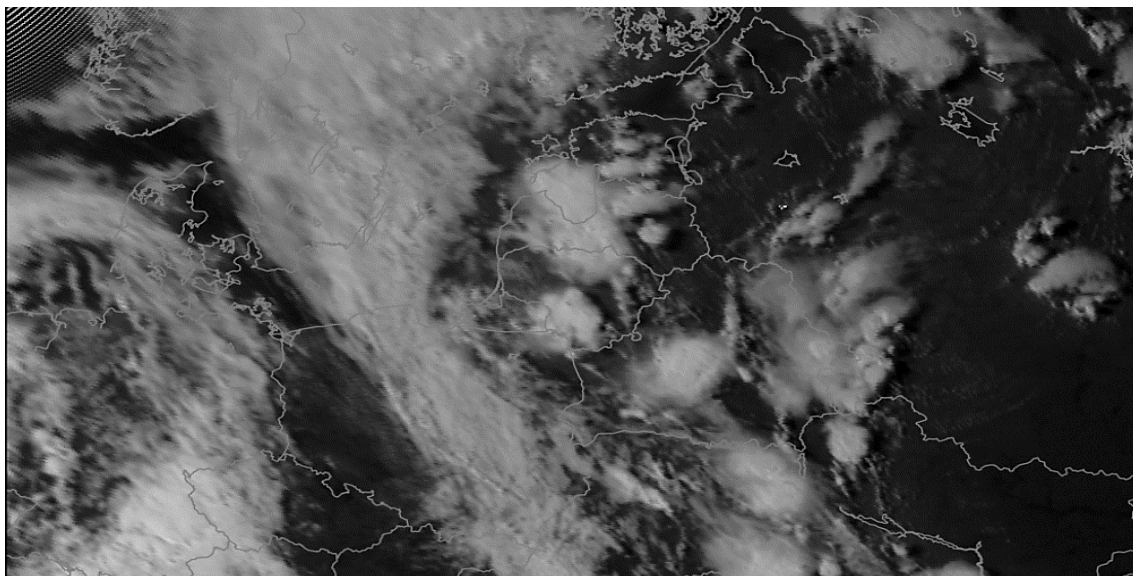
Kella 20 paiku ulatus õhutemperatuur Eestis ligi 27 soojakraadini, kuid selline kuumus asendus pärast äikesepuhanguid südaööks +17...+21 kraadiga ja suuremad äikesetormid hääbusid. Ööl vastu 18. juulit oli Eestis muutliku pilvisusega, kuid ikka väga soe ilm, ainult Ida-Eestis põhjustas mõni üksik rünsajupilv äikest.

3.6. Äikesepuhangud 18. juulil

Suuremad äikesed olid varahommikuks Mandri-Eestis hääbunud. Alates Ida-Eestist hakkas taevas vaikselt selginema. Pilvede liikumine kulges satelliidiandmete kohaselt kagust loodesse. Tihedam pilvisus valitses enamasti Lääne-Eestis ja Edela-Eestis. Selle põhjustajaks oli soe front, mis tagas hommikul seal isegi nõrgemate äikeste arengu. Mujal sisemaal püsis samal ajal võrdlemisi rahulik ilm.

Ennelõunal puhus valdavalt kagutuul ja ühtlasi algas uuesti väga sooja (kuuma) õhumassi pealetung. Kõrge õhutemperatuur haaras lõpuks kogu Eesti enda alla, põhjustades +30 kraadi lähedasi temperatuure isegi Lääne-Eestis. Näiteks Saaremaa lääneosas paiknevas Vilsandi ilmajaamas mõõdeti õhusooja ennelõunal maksimaalselt +29 kraadi. Kesk-, Ida- ja Kagu-Eestis tõusis õhutemperatuur lausa +29...+33 kraadini.

Pärastlõunaks oli taevas selge või vähese pilvisusega ainult Järvamaast ida poole jäävates maakondades. Rapla ja Tallinna mõttelisest joonest läänes valitses endiselt pilves ilm. Kella 12 ja 15 vahel hakkasid labiilses õhumassis hoogsalt arenema võimsad äikesekolded nii Lätis, Leedus, Venemaal, Ukraina lääneosas kui ka Rumeenias (joonis 9). Äikesed liikusid Mandri-Eesti poole kagust ja lõunast. Kella 14 ja 17 vahel märgiti äikest näiteks Valga, Võru, Tartu ja Viljandi ilmajaamas (2). Pilvede liikumine jätkus loode suunas. Äikesed mõjutasid hiljem ka Jõgeva- ja Virumaad. Sajuhood olid äikese ajal enamasti mõõdukad või üsna tugevad, tuulepuhangud ulatusid kuni 15 meetrini sekundis, kuid võis ka pisut tugevamaid tuuleile esineda.



Joonis 9. Satelliidipilt (18.07.2001) äikesekollete paiknemisest pärastlõunal kl 14:30 (Riigi Ilmateenistuse arhiiv).

Tund-tunnilt muutusid äikesed üha suuremaks ja intensiivsemaks. Kulminatsioon saabus õhtul kella 17–19 paiku, kui väga soojas õhumassis tekkisid Lääne-Eestis uued ja veelgi võimsamad äikesed. Äikeste intensiivistumine oli seotud ilmselt külma frondiga, mis seal paiknes. Külma front oli sellel päeval ka ilmakaartidele märgitud. Need äikesed põhjustasid läänepoolsetes maakondades palju välke, tugevaid tuuleiile ja rohkelt sademeid. Harjumaal ja Läänemaal registreeriti tuulepuhanguid 15–20 m/s (2). Äikesed mõjutasid sama tugevalt ka Saaremaad ja Hiiumaad. Lõunapoolsetes maakondades osutusid pagid natuke nõrgemaks. Äikeseaktiivsus püsis Lääne- ja Loode-Eestis ka õhtul ja öösel, sest mõned üksikud rünksajupilved olid võimelised veel välke ja sademeid põhjustama. Hiljem muutusid need äikesed nõrgemaks ja hääbusid. Õhutemperatuur langes pärast äikeseid +20 kraadi ümbrusesse. Läänepoolsete maakondade jaoks oli tegu siiski viimase kõige suurema äikesepuhanguga.

3.7. Äikesepuhangud 19. juulil

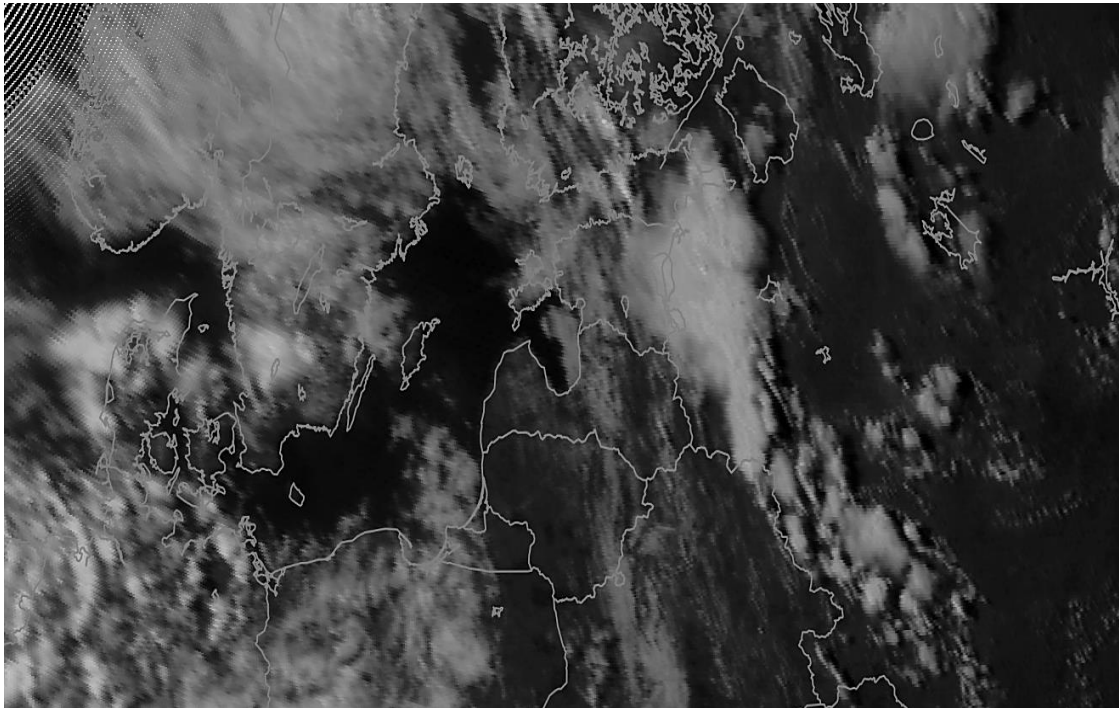
Õöl vastu 19. juulit olid suuremad äikesed Lääne- ja Loode-Eestis juba hääbunud ning püsis muutliku pilvisusega ilm. Ööseks oli õhutemperatuur langenud Mandri-Eestis +20 kraadist natuke madalamale.

19. juuli hommik algas Lääne-Eestis suhteliselt rahulikult. Päeva jooksul seal midagi märkimisväärtset enam ei toimunud. Püsis võrdlemisi soe ja peamiselt kuiv ilm. Soome lahe kohal tegutses veel üks aktiivne äikese süsteem. Kuid Ida-Eestis oli olukord võrreldes Lääne-Eestiga hoopis teistsugune. Nimelt Läti idaosas ja Venemaa aladel Pihkva ümbruses oli üks äikesekolle väga intensiivseks muutunud ja see jõudis hommikul kella 6 ja 8 vahel Ida-Eestisse, põhjustades seal tugevaid tuuleiile, palju sademeid ja hulgaliselt välke. Sajuhulgad ulatusid lühikese ajaga näiteks Kirde-Eestis üle 20 mm.

Ennelõunaks olid suuremad äikesed Ida-Eestist põhja ja loode poole liikunud. Satelliidipiltide kohaselt pilvisus hõrenes ja taevas muutus selgemaks. Õhutemperatuur hakkas selle tulemusena ka kiiresti tõusma. Mandri-Eestis oli sooja valdavalt 22...27 kraadi.

Pärastlõunal nihkus külma front koos jahedama õhuga sisemaale. Kella 13 ja 14 vahel tekkis Valgevene põhjaosas äkitselt suur äikesekolle, mis muutus iga järgmise tunni jooksul üha suuremaks ja tugevamaks. Jõudes Eesti-Läti piirini, äikese kogum laienes natuke lääne poole, kuni Järvamaani, ja liikus siis edasi piki Ida-Eestit põhja ja ka kirde poole (joonis 10). Kuna ilmatingimused olid soodsad, siis tekkis uusi pilvi Peipsi taga kogu aeg juurde ja kokkuvõttes kestsid äikesed sellel päeval kuni hilisõhtuni. Äikestega kaasnesid enamasti tugevad tuuleiilid, paduvihmad ja taevas oli välkudest pidevalt valge. Ööks vastu 20. juulit olid äikesed Virumaa

kohalt juba kirdesse liikunud ja ilm paranes. Õhutemperatuur langes pärast äikeseid sisemaal alla +18 kraadi (2).



Joonis 10. Satelliidipilt (19.07.2001) Valgevenes alguse saanud võimsast äikesekoldest kell 14:30 (Riigi Ilmateenistuse arhiiv).

Sellega olidki suuremad juulitormid lõppenud ja väga kuum õhumass Venemaa aladele tagasi nihkunud. Järgmistel päevadel olid ilmad veel valdavalt soojad. Osades kohtades esines veel ka äikeseid, aga need polnud enam nii intensiivsed ja laastavad.

4. ARUTELU JA JÄRELDUSED

15.–19.07.2001 Eestis esinenud äikesepuhanguid ja sellega seotud ohtlikke nähtusi põhjustas troopilise õhumassi tungimine Läänemere regioonini. See õhumass sattus vastasseisu märksa jahedama polaarse õhumassiga, mis asus peamiselt teisel pool Läänemerd ehk Eestist lääne pool. Erinevate omadustega õhumasse eraldas meridionaalne ehk põhja-lõunasuunaline front, millel tekkisid lained – fronti teatud osa märgatav nihkumine itta või läände.

Sünoptilisel kaardil oli jälgitav Läänemere kohal asetsenud väheliikuv tsüklon (ja madalrõhuvöönd), mis avaldas pinget Venemaa kuumale antitsüklonile. Nende rõhkkondade koosmõjul saabus väiksematele laiustele tugeva lõunavooluga troopiline õhumass.

See õhumass oli väga kuum ja niiske, mis soodustas äikeste teket, st õhumass oli labiilne. Lisaks suurendas õhumassi labiilsust frondi ja madalrõhkkonna lähedus. Nii jäigi Eesti tugevate äikeste vööndisse, kusjuures arenesid nii õhumassisisesed kui ka frontaalsed äikesed. Sellistes väga soodsates oludes tekkinud intensiivsed ja kauakestvad äikesed tõid kaasa palju kahjustusi.

2001. a juuli äikeseid on uurinud ka Sven-Erik Enno (2005) ning Merilain ja Tooming (2003), kes jõudsid sarnastele järeldustele: troopilise õhumassi sissetung soodsa sünoptilise olukorra tõttu ja selle vastasseisu sattumine palju jahedama polaarset õhumassiga, samuti meridionaalse frondi lähedus, tekkis mitu äikesepuhangut.

Kuna õnnestus hankida üsna rikkalikult erinevat materjali (mälestustest ja fotodest kuni ilmakaartide, satelliidipiltide ja sondeerimisandmeteni välja), siis võib pidada ülevaadet ja põhjuste väljaselgitamist suhteliselt usaldusväärseks. Kindlasti on mitmeid võimalusi asjaolude täpsustamiseks ja võrdlemiseks teiste sarnaste juhtumitega.

Antud uurimistöös ei suudetud aga täpselt välja selgitada seda, kas Endla järvest kuni Ida-Virumaa Kohtla kaevandusteni liikus võimas tromb või olid need tugevad pagid, mis murdsid sealsetes metsades tohutult puid (vt joonis 7).

Ilmselt sobib 2001. a juhtum näidiseks edaspidi, et ära tunda analoogse olukorra kordumisel potentsiaalselt ohtlik olukord. Edaspidi saaks uurida täpsemaid õhumassi omadusi ja nende seost sünoptilise olukorraga, mis soodustavad või põhjustavad ohtlikke äikesenähtusi – see võiks lõpuks anda mudeli, mida kasutada, kui on tarvis prognoosida potentsiaalselt ohtlike nähtuste tekkimist, nende liikumissuunda ja käitumist.

5. KOKKUVÕTE

Käesoleva uurimistöö eesmärgiks oli esmalt anda lühiülevaade äikese olemusest, tekkest, arengust, liigitamisest ja ohtlikest nähtustest, seejärel kirjeldada ja leida sündmuste põhjusi 2001. a juulikuise äikeste kohta Eestis – need on lähiajaloo ühed tugevaimad ja enim purustusi tekitanud äikesed.

Märkimisväärsed äikesepuhangud esinesid vahemikus 15.–19.07.2001. Nende äikesetormide paremaks kirjeldamiseks oli suureks abiks Riigi Ilmateenistuse 2015. a suvel saadud nii Euroopa meteoroloogiasatelliitide organisatsiooni (EUMETSAT) andmed kui ka Eesti ilmajaamade vaatlusandmed. Äikeste uurimisele aitasid kaasa ka Eesti inimeste saadetud meenutused, kirjeldused, vaatlusandmed, helisalvestused, foto- ja videomaterjal.

Töö tulemusena leiti, et 2001. a juulikuiste äikesepuhangute põhjustajaks oli Läänemere kohal asetsenud väheliikuv tsüklon, mis sattus vastasseisu Venemaa kuuma antitsükloniga. Rõhkkondade koosmõjul valitses Ida-Euroopas lõunavool, mis kandis Eestisse niiske ja kuuma troopilise (väga labiilse) õhumassi.

Põhjalikuma uurimise käigus selgus, et ajavahemikus 15.–19.07.2001 esines Eestis kahte tüüpi äikeseid: nii frontaalseid kui ka õhumassisiseseid. Läänepoolsetes maakondades tegutsenud äikesed olid enamasti frontaalsed ja osutusid nõrgemaks ning enda liikumiskiiruse poolelt tunduvalt aeglasemaks. Satelliidiandmete kohaselt liikusid need äikesed edasi saartelt ja läänerannikult põhiliselt ida suunas. Idapoolsetes maakondades paiknenud äikesed olid selgesti erinevad. Seal möllasid võimsad õhumassisisised äikesesüsteemid, mis põhjustasid rohkem välke, tugevamaid tuulepuhanguid (pagisid), suurema läbimõõduga rahet ja kohati isegi tornaadosid. Need äikesed liikusid läänepoolsetest kiiremini ja suundusid enamasti põhja või kirde poole.

Üldiselt põhjustasid õhumassisisised äikesed rohkem kahju, murdes hektarite kaupa metsa, lõhkudes hooneid, põhjustades ootamatuid üleujutusi ja tekitades veel teisigi kahjustusi. Kahjustuste nimekiri on ilmatult pikk. Hea ülevaate kahjustustest andsid inimeste mälestused, kirjeldused, foto- ja videomaterjal, samuti ka ajalehtede väljaanded.

6. SUMMARY

Severe thunderstorm outbreaks in Estonia in July 2001

The present study aims to describe the devastating thunderstorms in Estonia from 15th to 19th of July 2001 and investigate their reasons. The main research questions are as follows: what were the main characteristics of the storms, why did the storms form and what kind of severe weather did the storms cause?

Used datasets include satellite images, surface observations, radio soundings and weather maps from the archive of Estonian Weather Service. In addition, articles in the local newspapers and weather related web pages were examined. The general public and local weather enthusiasts were called for data and memories of the storms.

Firstly the synoptic situations during the storms was analysed on the basis of weather maps. Additional sources like satellite images and radio soundings were examined later in order to specify the tracks of the storms. Collected memories and additional materials were used to estimate the type and extent of damage.

As a result of the study the main research questions were answered. The storms were caused by an unstable tropical air mass that arrived to Estonia between a stationary low pressure system over the Baltic Sea and a high pressure system over Russia. This situation was especially favourable for the development of frontal and air mass thunderstorms. The results revealed that the air mass thunderstorms were more intensive than the frontal storms. They caused more lightning, stronger straight line winds, flash floods, large hail and even some tornadoes. Most of the storm damage was related to the air mass storms.

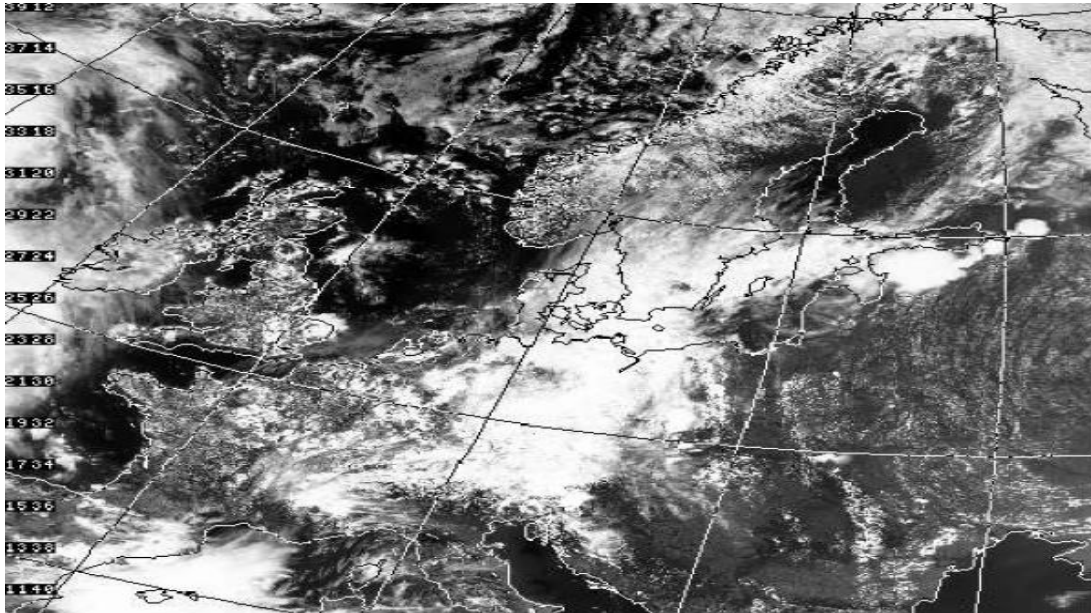
7. KASUTATUD KIRJANDUS

1. Enno, S-E. *Eesti Äikesevaatelejade Võrk*. [WWW] <http://web.zone.ee/eav> (24.09.2015)
2. Enno, S-E. Pagituulte teke äikesepilvedes: uurimistöö. Tartu: Tartu Ülikool, 2005.
3. Jürissaar, M. *Raheterad kui kanamunad*. [WWW] http://www.loodusajakiri.ee/eesti_loodus/EL/vanaweb/0009/rahe.html (07.03.2016)
4. Kallis, A. Kodune ilmaraamat. Tallinn: Printon, 2014.
5. Kamenik, J. Eesti pilveatlas. Tallinn: Varrak, 2015.
6. Kamenik, J. *Ülirüksajupilved*. [WWW] <http://lepo.it.da.ut.ee/~cbarcus/supercell> (17.10.2015)
7. Raudsepp, H. Eriti ohtliku ilmanähtuste (16.-19.07.2001) kokkuvõte kahjustustest Jõgeval ja maakonnas (27.07.2001)
8. Riigi Ilmateenistus: *Hoiatuste kriteeriumid*. [WWW] <http://www.ilmateenistus.ee/ilmatarkus/kasulik-teada/hoiatuste-kriteeriumid> (04.02.2016)
9. Tammets, T. Eesti ilma riskid. Tallinn: Raamatutrükikoda, 2008.

8. LISAD

Lisa 1

Satelliidipilt



Joonis 11. Pilved Euroopa kohal 16.07.2001 (Dundee Ülikool)

Lisa 2

Fotomaterjal rajust ja tormikahjustustest



Joonis 12. Äikeseraju Tartu lähisel Eerikal 16.07.2001 (foto: Risto Iljas)



Joonis 13. Veel tormikahjustusi Jõgevamaal Kärde külas Vallimäe talus (foto: Lembit Aare)



Joonis 14. Tormikahjustused Lääne-Virumaal Käru metsas 17.07.2001 (foto: Kalle Rand)