



TLÜ ÖKOLOOGIA INSTITUUT
Maastikuökoloogia osakond

**EELUURING LOODUSLÄHEDASE VEEREŽIIMI KAITSEKS JA
TAASTAMISEKS NIGULA SOOSTIKUS**

Aruanne

Lepingu nr. **T2004/01**

Lepingu algus:

Lepingu lõpp:

..... Jaan-Mati Punning
TLÜ Ökoloogia Instituudi Direktori kt.

..... Elve Lode
Lepingu vastutav täitja

Tallinn, 2005

ANNOTATSIOON

Lode, E., Vilumaa, K., Endjärv, E. Eeluuring looduslähedase veerežiimi kaitseks ja taastamiseks Nigula soostikus. TLÜ Ökoloogia Instituut, Tallinn 2005. Aruande pikkuseks koos 10 tabeli ning 23 joonisega on 60 lk. Lisa koosneb viiest joonisest, ühest tabelist ja 9 fotost kokku 20 lk.

Töö eesmärgiks oli:

1. Hinnata kuivenduskraavide mõju soostiku veerežiimile;
2. Teha ettepanekud kraavide sulgemise mõju uurimiseks, etalonala valimiseks ja seal hüdroloogilise seire korraldamiseks;
3. Teha ettepanekud Nigula soostiku kui piirkonna puhta vee varude formeerija edasiseks kaitse korraldamiseks.

Aruande valmimise jooksul läbi viidud põhilised tegevused:

1. Olemaoleva andmestiku koondamine ja analüüs
2. Välitööd
3. Andmete töötlus ja analüüs, aruande koostamine

Lepingu vastutav täitja:

Elve Lode

Teadur, t.t.k. ja PhD

.....

SISUKORD

Sissejuhatus	4
1. Lühikokkuvõte kirjandusest	
<i>1.1. Nigula soostiku üldisloomustus</i>	4
<i>1.2. Piirkonda iseloomustavad hüdroloogilised tingimused</i>	13
<i>1.3. Nigula sood iseloomustavad laukad ja järved</i>	18
<i>1.4. Kliima iseloomustus</i>	19
2. Töös kasutatud materjal ja meetodid	
<i>2.1. Aerofotod</i>	21
<i>2.2. Soostiku piiri identifitseerimine</i>	21
<i>2.3. Kliimaandmestik</i>	21
<i>2.4. Nigula soo elektroonilised andmekihid ja nende töötlus</i>	22
<i>2.5. Välitööd</i>	22
3. Tulemused	
<i>3.1. Nigula soostiku kaasaegne kliima ja seda iseloomustav andmestik</i>	24
<i>3.2. Nigula soostiku morfomeetriselised parameetrid</i>	32
<i>3.3. Nigula soo kõrgusmudel ja selle analüüsi tulemused</i>	32
<i>3.4. Nigula soo seos vooluvetega</i>	46
<i>3.5. Välitööd</i>	50
Kokkuvõtteks	52
Kasutatud kirjandus	54
Nigula soostikk käsitlev kirjandus	56
LISAD	62

Sissejuhatuseks

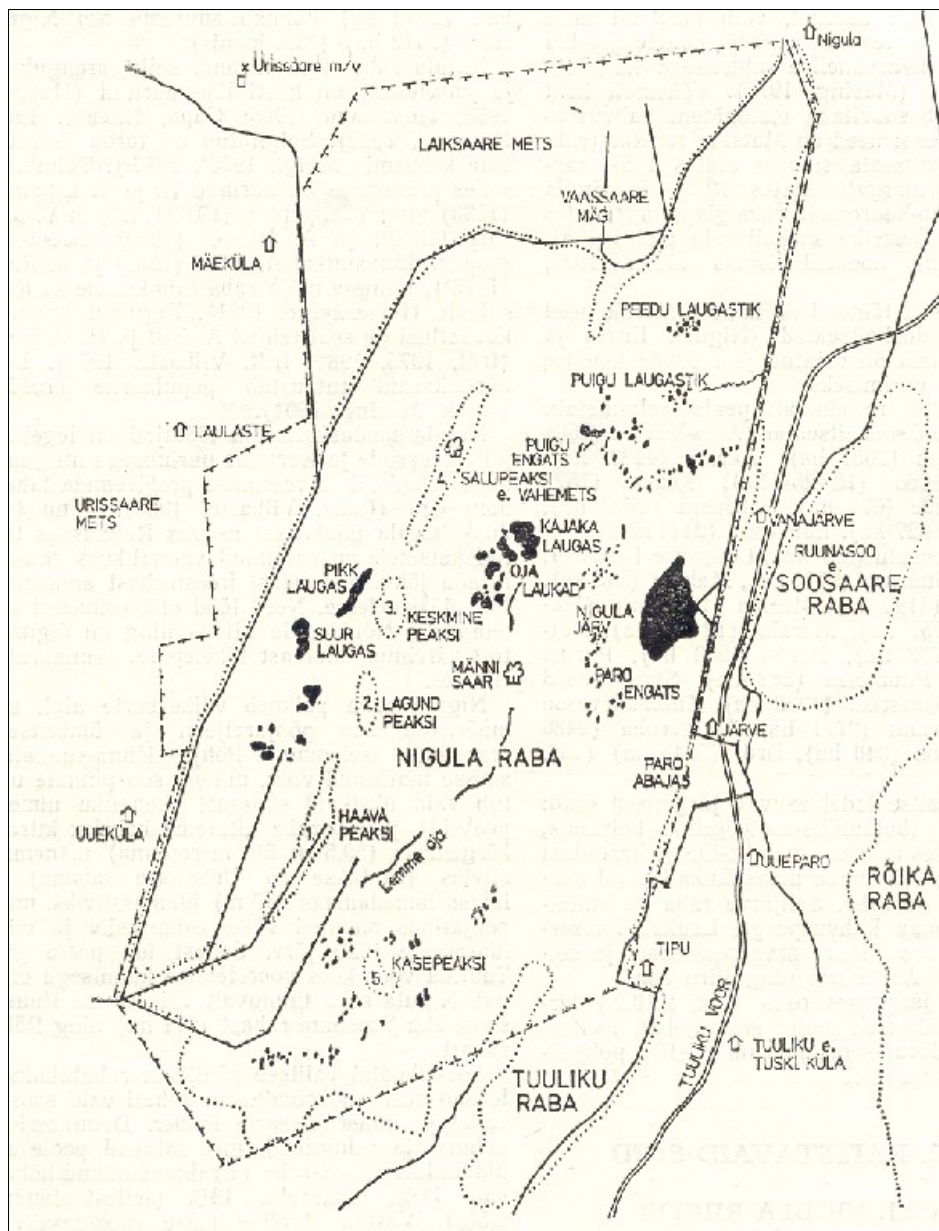
Käesolevas töös kirjandusülevaate aluseks olnud refereeringutes on nimetused *Nigula soostik*, *Nigula soo* ja *Nigula raba* tihti kasutatud juhuslikult või kui sünonüüme, ilma selge määratluseta. Nimetuste kasutamine muutub veelgi segasemaks, kui uuringute objektiks on Nigula Looduskaitseala (LK) koos sinna kuuluva Nigula sooga. Võttes arvesse Nigula soostiku arengulist omapära ja väljakujunenud maastikulist jaotust, kasutatakse käesolevas aruandes *Nigula soostiku* mõistet juhul, kui peetakse silmas kogu ala, mis moodustab madal soo-, siirdesoo- ja rabamuldade järgi omavahel ühenduses oleva maastiku, koos alale jäävate mineraalsete saarekeste ja voortega. Seega kuuluvad Nigula soostikku näiteks nii Ruunasoo kui ka Tuuliku raba (Joonis 1). Kuna Nigula Looduskaitseala territoorium ei kata kogu Nigula soostikku, siis mõistet *Nigula soo* kasutatakse aruandes seotult Nigula Looduskaitsealaga (LK), mille alla kuuluvad *Urissaare raba* e. Nigula soo läänemassiiv, *Nigula raba* e. Nigula soo idamassiiv. Teksti selguse mõttes on vastavad muudatused sisse viidud ka kasutatud kirjandustsiteeringutesse.

1. Lühikokkuvõtte kirjandusest

1.1. Nigula soostiku üldiseloostus

Nigula soostik asub Pärnu madalikul, Sakala kõrgustiku jalamil, 10 km kaugusel Riia lahest (Karmu, 1966; Loopmann, 1970; Puura *et al.*, 1990). Nigula LK rajati 1957. a. ning tema üldpindala käesoleval ajal on 4656 ha, millest 2342 ha hõlmab Nigula soo (www.Nigula.ee). Nigula soostiku omapäraks on tema liigendatus mitmeks erinevaks rabamassiiviks väikevoorte vahel. Soomaastiku oluliseks osaks on suur hulk laukaid ning Järve järv, mis ajalooliselt on kandnud Vanamõisa ja Nigula järve nime (www.Nigula.ee).

Karmu (1966) järgi on Nigula LK alla jääv territoorium pikliku, põhja-lõunasuunaliselt väljavenitatud kujuga, mis ulatub põhjast lõunasse 8,5 km, läänest itta 3,9 km ja edelast kirdesse 9,4 km (Karmu, 1966). Samas on Loopmann (1970) poolt *Nigula soo*



Joonis 1. Nigula Looduskaitseala skeem (Loopmann *et al.*, 1988).

ulatuseks meridionaalsuunas märgitud 9,4 km, läänest itta 3,5 km ning *Nigula soostiku* üldpindalaks – 24,5 km².

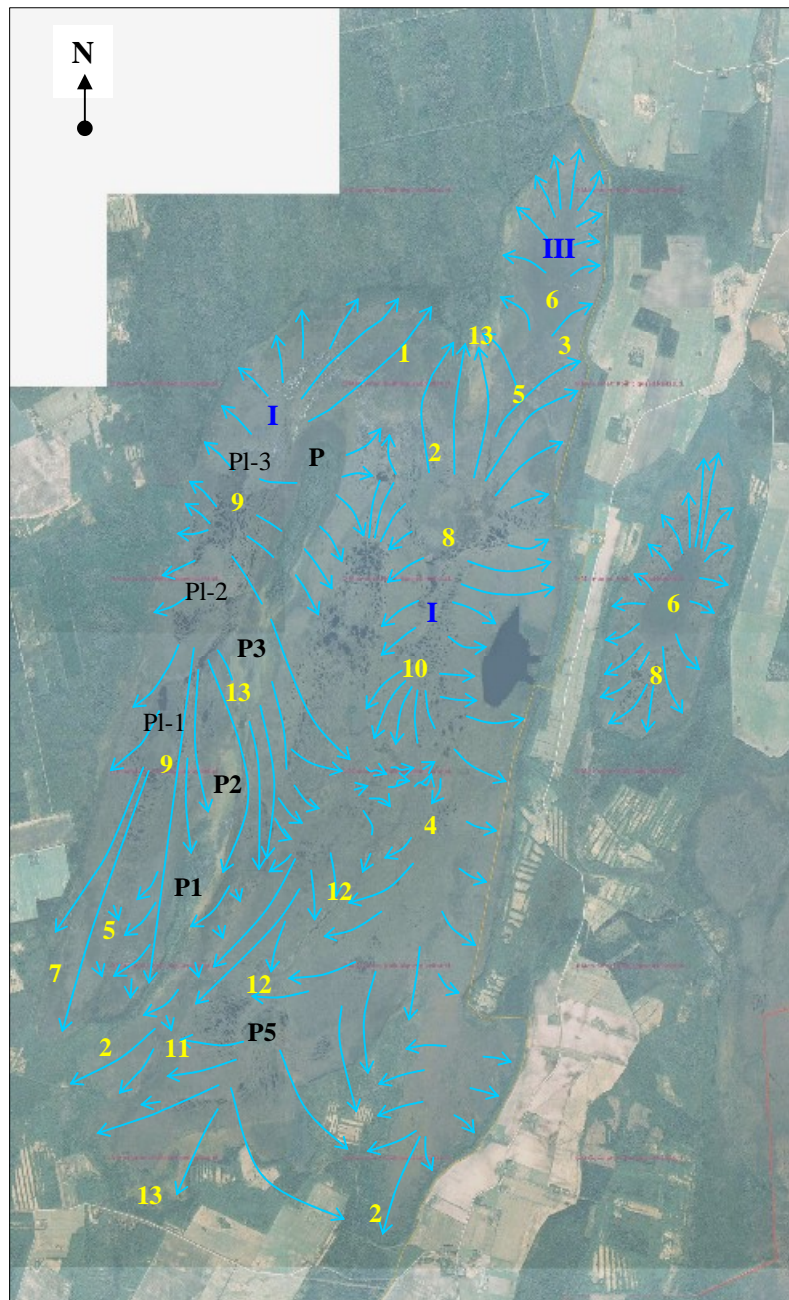
Kõrguste langus Nigula Kaitsealal ala kõrgeimast kohast arvates (60 m ü.m.p.) mööda põhja-lõunasuunalist pikitelge on ligikaudu 10 m (Karmu, 1966). Valdava osa

looduskaitsealast hõlmab kirde-edelasuunaliselt orienteeritud Nigula soo. Nigula sood läbib kirde-edelasuunaliselt paljanduvate mineraalmaasaarekeste rida, mis jaotab Nigula soo kaheks Urissaare ja Nigula rabaks. Viimasega seotult kuulub *Nigula raba* Edela-Eesti suurrabade valdkonda. Sellist tüüpi rabasid iseloomustab lavajas pinnaprofiil ja madal nõlv läänes. Nigula soo läänemassiivi läänepoolne nõlv on suhteliselt järsk - lang on 0,03-0,05 ning mujal on massiivi nõlvad lauged – lang varieerub 0,002 piires (Loopmann *et al.*, 1988). Rabalaval on lang 0,0005-0,0001 (Karmu, 1966).

Nigula soo alla jääva mineraalse aluspõhja pinnareljeefi omapäraks on kirde-edelasuunaliselt orienteeritud väikevoorte künnised, mis kaasaajal paljanduvad soos üksikute väikevoorte osadena e. mineraalsete soosaarekestena. Soosaari e. peakseid nimetatakse kokku viis (Joonis 1 ja Joonis 2), millest neli peaksit moodustavad kirde-edelasuunalise voorja künnise, jättes endast ida poole kaks kolmandikku ja lääne poole - kolmandiku Nigula soost (Kolla, 1982). Soo all lasuva mineraalpõhja kõrguseks on 50-53 m ü.m.p. olles 1-2 m madalamal sood ümbritsevast mineraalmaast; kirdes on see vahe kuni 3 m (Karmu, 1966). Soosalune mineraalpõhi omab põhja-lõunasuunalist kausjat pinnaprofiili; läänes on soosalune mineraalpõhi nõrgalt lainjas ja idas hästi liigendatud (*Ibid*).

Geoloogiline aluspõhi koosneb keskdevoni (D₂) aruküla lademe liivakividest, mida katab kvaternaari (Q) saviliiv-moreen, seda omakorda kuni 20 cm paksune peeneteraline järveliid ja sapropeel (Loopmann, 1970; Puura *et al.*, 1990). Kvaternaarse Q-setete kogupaksus soostiku piirkonnas on keskmiselt 5 m (*Ibid*).

Palünoloogilised uuringud on näidanud, et hilisjäaja lõpus oli praeguse Nigula *soostiku* asemel järv, kus sapropeeli moodustumine algas koos kliima soojenemisega Holotseeni alguses (Raukas & Kink, 1993/94). Praegusest soo alla „uppunud” voorest läänepoolne järveosa hakkas kinni kasvama preboreaalse kliimaperioodi lõpus ning idapoolne osa atlantilise kliimaperioodi esimesel ja teisel poolel (*Ibid*). Boreaalse kliimaperioodi teiseks pooleks e. ca 8000-8500 aastat tagasi oli läänepoolne järveosa täielikult soostunud ja



Joonis 2. 2002. aasta ülelennu põhjal (www.maaamet.ee) koostatud Nigula soostiku ortofoto, kus: sinised nooled tähistavad pinnavete voolsuundasid soostikus (Loopmann, 1970 järgi) ning kollased numbrid vastavalt: 1-puhma-rabamännik, 2-puis-puhmaraba, 3-lage-puhmaraba, 4-lage-kanarbiku-rohuraba, 5-lage-rohuraba, 6-seisuveeline nokkheina-rabaka-märesoo, 7-puisälveraba, 8-puislaukaraba, 9-lage-laukaraba, 10-veevoolusoonte laukaline puhmaraba survealise põhjaveega, 11- filtratsiooniline mudajas märesoo, 12-vooluveeline rabaka-märesoo, 13-tarna-sfagnumi-puissiirdesoo (Loopmann, 1970 järgi); I, II, III-Nigula soo-rabamassiivid (Loopmann, 1970 järgi); P1...P5 - peaksid (Karmu, 1966 järgi); PI-1...3 - rabaplatood (Karmu, 1966 järgi).

idapoolse järveosa rabastumine algas subboreaalse kliimaperioodi keskel e. ca 3000-3500 aastat tagasi. Seega on Nigula soo läänepoolse rabamassiivi areng ca 5000 aastat vanem võrreldes idapoolse massiiviga. Ruunasoo raba areng jääb vanuselt samasse perioodi, kui see on Nigula raba rabamassiivil (Loopmann, 1970).

Nigula soos paljanduvaist mineraalsaartest suurim ja kõrgeim on Neljas peaksi e. Salupeaksi e. Vahepeaksi (Joonis 1 ja Joonis 2). Voore kõrgeim koht asubki Neljanda peaksi põhjaosas ning ulatub 58 m üle merepinna (Karmu, 1966), kusjuures peaksi pikkus on 1400 m ning laius on 250 m (Loopmann 1970). Peaksit ümbritseb 10-20 meetrine siirdesoo vöö (*Ibid*). Neljandast peaksist lõunapoole jääva Kolmanda e. Keskmise peaksi pikkus on 450 m, laius 200 m (*Ibid*) ning pinnakõrgus on samal tasemel ümbritseva rabaga. Teine e. Lagundpeaksi on täielikult mattunud turba alla ning kõige lõunapoolseima, Esimese e. Haavapeaksi pind asub 5-10 cm allpool rabapinda. Esimene peaksi on 1400 m pikk ning 200 m lai ning Teise peaksi raba alla „mattumine” on tõenäoliselt toimunud viimase 50 aasta jooksul (*Ibid*). Voore madalaim koht asub Teise ja Kolmanda peaksi vahel (56,6 m ü.m.p.), kohal, kus voor on kattunud 1,2 meetrise turbalasundiga (Karmu, 1966). Paralleelselt kirjeldatud voorega kulgeb Nigula raba idaosas madal teine voor, millest paljandub Viies e. Kasepeaksi. Viies peaksi asub Esimesest peaksist ca 1 km kagu pool ning tema pealispind on 1,0-1,2 m kõrgem ümbritsevast rabast (Loopmann 1970). Sügavkaevete ja puurimiste andmeil on Viienda peaksi nõlvad suhteliselt kõrged ja järsud - lääne ja edelanõlva lang Kasepeaksi kõrgemast kohast arvates on 10 meetripikkusel lõigul ühtlaselt 0,35%; põhja suunas toimub madaldumine aeglasemalt (Karmu, 1966). Kasepeaksist põhjapool on näha veel üks soosaareke e. Männi saar, mille läbimõõt on 50-60 m (Loopmann *et al.*, 1988). Soosaarte kogupindala Nigula soos on 0,5 km² (Loopmann, 1970).

Nigula soosalale jääv läänepoolne, selgemini paljanduv peaksite voor, jaotab Nigula soo läänepoolseks rabamassiiviks, mida nimetatakse Urissaare rabaks ning idapoolseks Nigula raba rabalaamaks - osamassiividega põhjas ja lõunas (Joonis 1 ja Joonis 2). Urissaare raba on keskmiselt 0,9 km lai ning pikkuselt on ta 2 km lühem võrrelduna idapoolse Nigula rabamassiiviga (Karmu, 1966). Idapoolse Nigula soo rabamassiivi e.

Nigula raba üldpikkus põhjast lõunasse on 8,5 km ning laius – 2,4 km (*Ibid*). Nigula raba põhjapoolse osamassiivi asukoha määravad ära tõenäoliselt Peedu ja Puigu laugastikud (Joonis 1 ja Joonis 2). Lõunapoolne Tuuliku raba jääb aga kaitseala piiridest väljapoole. Nigula raba rabamassiivi idaserva ääristab Tuuliku voor koos vooretaolise künnisega, millest 300 m idapoolse jääb Nigula soostikku kuuluv Ruunasoo e. Soosaare raba ning soostikust lõunapoolse jääb *Rõika raba* (Loopmann *et al.*, 1988) e. praegune Tõrga-Kodaja e. Raessaare raba.

Urissaare raba ning ühtlasi ka Nigula soo suurimaks pinnakõrguseks on märgitud 59,5 m ü.m.p. (Loopmann, 1970); turbalasundi maksimaalseks түseduseks - kuni 6-7 m (Karmu, 1966). Nigula raba keskmiseks pinnakõrguseks on märgitud 57 m ü.m.p. (Loopmann, 1970) ning keskmiseks turbalasundi түseduseks - kuni 3-5 m (Karmu, 1966). Urissaare raba rabamassiivi läänepoolne nõlv mineraalmaal joonel langeb järsult, nõlvuse languga kuni 0,054 ‰ (Loopmann, 1970). Seega moodustab soopind siin 2,3 m kõrguse ja ühtlase languga rabarinnaku, mille horisontaalseks ristprofiili laiuseks on 42 m. Massiivi lõunaosas järsk nõlv kaob. Keskmise lang on siin vaid 0,002 ‰. Massiivi keskosa on suhteliselt lame, lang on siin 0,0005–0,001 ‰. Massiivi idapoolne serv läheb võrdlemisi sujuvalt üle soosaarteks (*Ibid*). Kogu Nigula raba rabamassiivi ulatuses domineerib suhteliselt ühtlane lang 0,001-0,0015 ‰. Massiivi idapiiril, kus rabarinnaku kõrgus on ca 2 m on lang 0,01–0,02 ‰. Nigula raba on haruldaset ühtlane ja tasane lageraba, üksikud väikesed kased ning põlemijäljed turbaproovides annavad põhjust oletada, et siin on minevaks esinenud suuremad rabapõlemised (Loopmann, 1970).

Sootüüpidest on Nigula soos valdav rabatüüp, siirdesoovööndid esinevad kohati sooservade ja mineraalsaarte ümbruses (Puura *et al.*, 1990). Rabamassiivide arengu seisukohalt loetakse Urissaare raba e. I-st rabamassiivi vanimaks. Nimetatud massiivil eraldatavad kolm platood (Joonis 2 – P11...P13), millede nõlvad moodustavad kirde-edelasuunalise astangute kaskaadi. Platoode keskosa on kumerad, madaldudes nõlvade suunas, soodustades seega pinnavee valgumist astangute jalameile, kuhu on tekkinud laukad ja älved (Karmu, 1966).

Urissaare rabal on astanguid moodustavate platoode areng toimunud I-st astmest lõunas III astme suunas põhjas (Joonis 2 – Pl-1...Pl-3). Raba III-nda astme platoo on ühtlasi Urissaare raba kõrgeimaks massiiviosaks, mis laskub ühemeetriliste kõrgusvahedega kolmeastmeliselt kirde suunas ning kahe ebaselgelt eralduva astanguna edelasuunas. Astangute jalameil paiknevad älved ja kontsentriliste ringidena laukad, millede pikitelg on risti raba nõlvusele (Karmu, 1966).

Urissaare raba kõige vanem I platoo on kõige ulatuslikuma pindalaga, suhteliselt madalate astangutega ja tema pinnakõrgus ületab veidi naabruses asuva Esimese peaksi pinnakõrguse. II platoo on pindalalt Urissaare raba väikseim ning tema jalami taseme kõrgus ühtib Teise peaksi pinnakõrgusega (Karmu, 1966). Kui III platoo keskmise osa pinnakõrgus asub ühel tasemel Kolmanda peaksiga ja Neljanda peaksi lõunaosaga, siis sama platoo põhjaservaala pinnakõrgus on allpool Neljanda peaksi pinnakõrgust (Karmu, 1966).

Nigula raba e. Nigula soo II massiiv on kumera pinnareljeefiga ning laskub laugjalt lõuna, ida ja lääne suunas. Suurimad pinnalangud on läänesuunalise orientatsiooniga, moodustades rabasaarte madalatel jalamitel siirdesoo alasid (Karmu, 1966). Mäni saare ning Kasepeaksi vahelisel alal kulgeb madal nõgu e. Lemme jõe säng. Nõo üldine langus suureneb lõuna-edela suunas ning Järve järve nõost põhjapoole, Lemme jõe nõgu pinnareljeefis enam eraldada ei ole võimalik (Karmu, 1966). Ilmselt sama nõgu silmas pidades nimetatakse Nigula raba keskosas paiknevat kitsast vagumusetalolist vooluveevööndit - raba-märesooks, kust toimub intensiivne edelasuunaline pinnavee väljavool Nigula rabast. Uurdeoja lõikelaiuseks on märgitud kohati kuni 1 m ja sügavuseks 0,5 m (Puura jt., 1990).

Eriilmelise rabaosa moodustab Nigula soo kirdesopp, mis ulatub peaaegu kuni Nigula LK põhjapiirini. See ala on keskelt tasane ning meenutab õõtsikraba, kuid servaaladel (eriti põhjas ja läänes) esinevad kuni 40 cm kõrgusega ja kuni meetrise läbimõõduga samblamättad (Karmu, 1966). Piirkonda on nimetatud ka Nigula soo III rabamassiiviks,

mille tasases keskosas asub seisuveelise režiimiga märgala e. mädasoo (Loopmann, 1970).

Nigula soo kaguosas, tõenäoliselt Tuuliku rabas, on toimunud turbalõikus, mille tõttu pea 50 aastat tagasi läbiviidud uuringutes nimetatakse raba kaguosa kogu Nigula soost kõige kuivemaks (Karmu, 1966). Loopmann (1970) andmeil esineb vanu turbaauke vähesel hulgal ka Nigula soo loodeserval ja Ruunasoo põhjaserval.

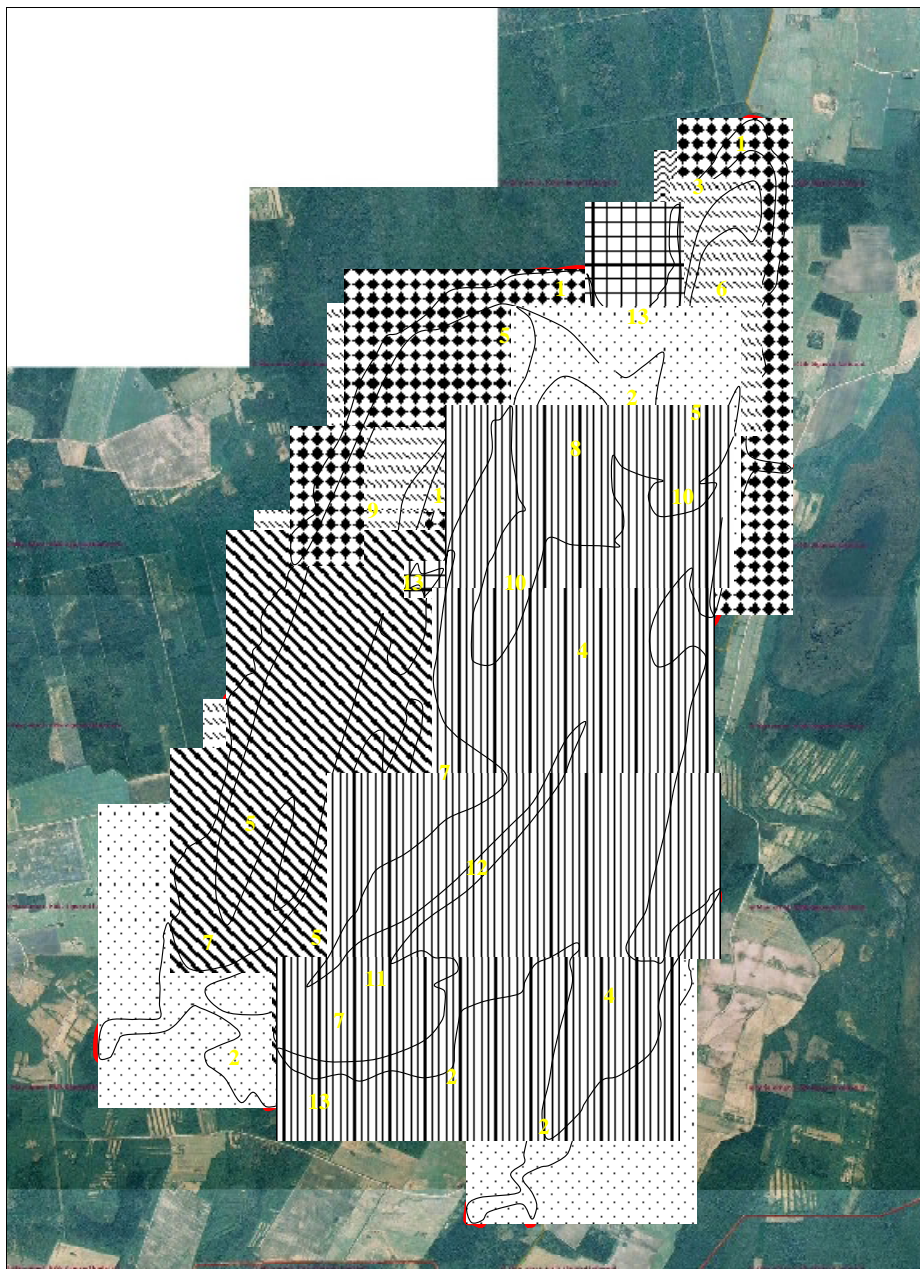
Täpsema ülevaate Nigula soos esinevatest sootüüpidest ning nende morfomeetristest parameetritest saab Tabelist 1 ning Jooniselt 2 ja Jooniselt 3.

Tabel 1

Nigula soos esinevad sootüübid ja nende morfomeetrised parameetrid
(Loopmann, 1970; vt. ka Joonis 2 ja Joonis 3)

Nr.	Nimetus	Pindala, km ²	Osatähtsus soos, %	Keskmine lang, ‰	Langu muutuse intervall, ‰
1	Puhma-rabamännik	1,45	6,1	0,0231	0,0054 – 0,054
2	Puis-puhmaraba	2,5	10,6	0,0051	0,0017 – 0,013
3	Lage-puhmaraba	0,58	2,4	0,0029	0,0020 – 0,004
4	Lage-kanarbikurohuraba	9,43	39,6	0,0023	0,0004 – 0,0067
5	Lage rohuraba	3,0	12,6	0,0025	0,0005 – 0,0048
6	Seisuveeline nokkheina-rabaka märesoo	0,45	1,9	0,0005	0,000 – 0,0012
7	Puis-älveraba	2,7	11,3	0,0031	0,0017 – 0,0057
8	Puis-laukaraba	0,64	2,7	0,0031	0,001 – 0,0056
9	Lage-laukaraba	1,95	8,2	0,0008	0,000 – 0,002
10	Veevoolusoonte laukaline puhmarohuraba	0,51	2,2	0,0007	0,0003 – 0,0018
11	Filtratsiooniline mudajas märesoo	0,19	0,8	0,0005	0,0003 – 0,0007
12	Vooluveeline rabaka - märesoo	0,17	0,7	0,0006	0,0003 – 0,0008
13	Tarna-sfagnumi puis-siirdesoo	0,22	0,9	0,003	0,0013 – 0,29

Nigula soo pindala kokku: 23,79



Joonis 3. 2002. aasta ülelennu põhjal (www.maaamet.ee) koostatud Nigula raba ortofoto koos Nigula raba sootüüpide skeemiga, kus: 1-puhma-rabamännik, 2-puis-puhmaraba, 3-lage puhmaraba, 4-lage kanarbiku-rohuraba, 5-lage rohuraba, 6-seisuveeline nokkheina-rabaka märesoo, 7-puisälveraba, 8-puislaukaraba, 9-lage laukaraba, 10-veevoolusoonte laukaline puhmaraba survealise põhjaveega, 11-filtratsiooniline mudajas märesoo, 12-vooluveeline rabaka-märesoo, 13-tarna-sfagnumi puis-siirdesoo (Loopmann, 1970 järgi).

1.2. Piirkonda iseloomustavad hüdroloogilised tingimused

Nigula soost põhjapoole jääva mineraalmaa põhjavee sügavuseks on märgitud 1,5-1,8 m ning lääne pool on see 0,7-1,0 m sügavusel. Mineraalmaa mulla lähtekivim on siin kahekihiline, mille pealmiseks kihiks on vett kergesti läbilaskvad liivad või saviliivad ning sügavamal raskema lõimisega liivsavid ja savid. Nigula soo alal paljanduvatel mineraalsaartel asetseb põhjavesi kõrgel (Karmu, 1966). Enamus soomuldadest on siin sademelise toitumisega, üleujutustoitumine toimub rabasaarte, eriti Neljanda ja Kolmanda peaksi piirkonnas. Survelise põhjaveega e. allikaline toitumine toimub Esimesest peaksist ida pool (*Ibid*).

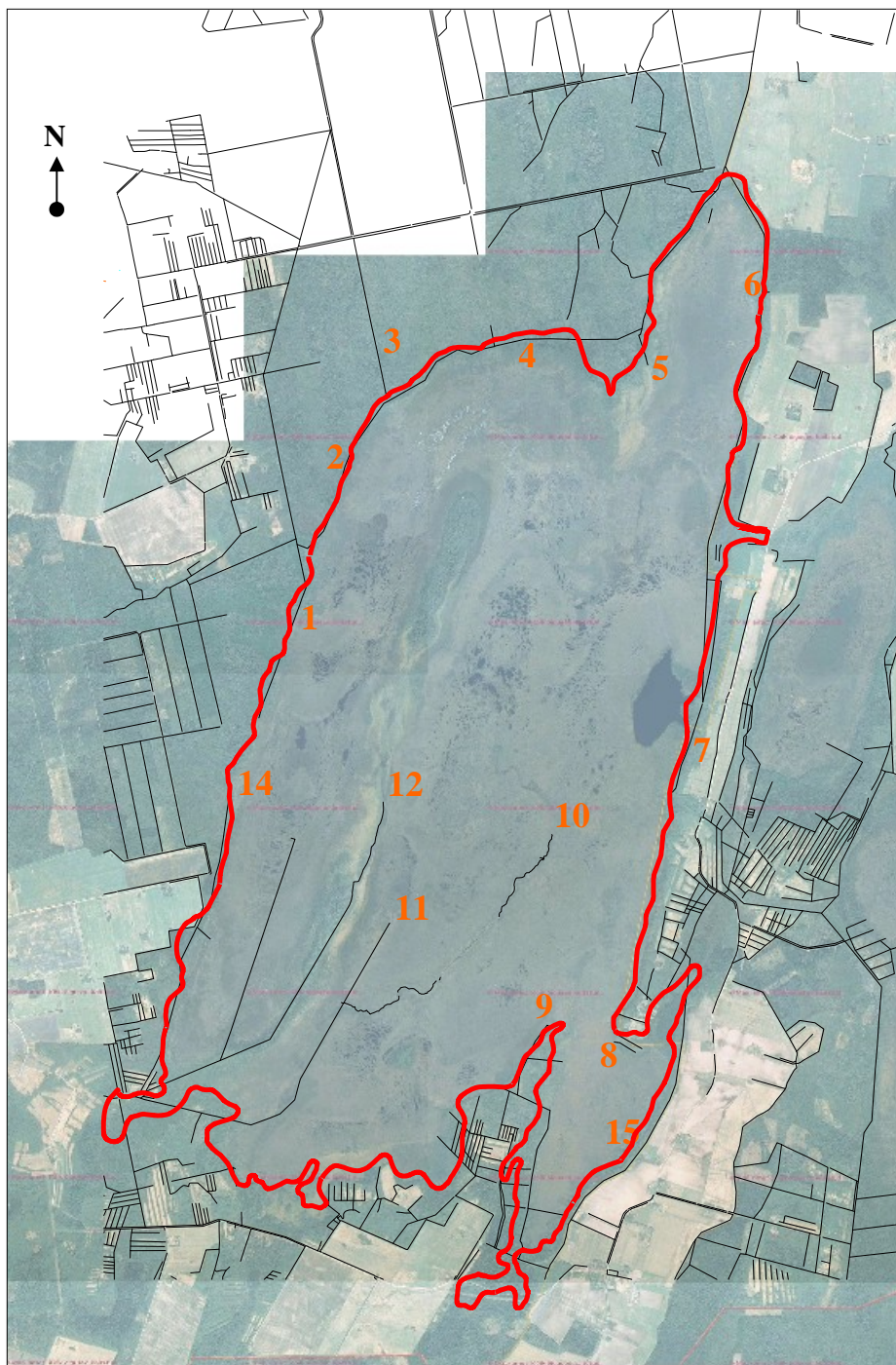
Üldiselt on soovee tase kogu Nigula soo ulatuses varieeruv; soomuldadega kaetud äärealadel on sooveetase 20-25 cm allpool soopinda, rabalaamade keskosades ühtib älvete tasemega, jäädes rabapinnast 10-20 cm madalamale (Karmu, 1966). Sooveetasemes esineb kaks maksimaalse ja minimaalse veeseisu perioodi: kevadine ning sügisene maksimum ja suvine ning talvine miinimum. Maksimaalse veeseisu perioodide ajal tõuseb vesi rabamätaste vahel kohati 5-10 cm üle soopinna. Miinimumperioodil alaneb veetase 20-30 cm allapoole mätastevahelisi nõgusid. Nigula raba rabamassiivist lõunapoole väljuvate veevoolusoonte alal on suvine sooveetase tasasest soopinnast kuni 10 cm sügavusel (Loopmann, 1970).

Loopmann (1970) andmetel esineb kevadine sooveetaseme maksimum tavaliselt koos lumesulamisega aprilli algul. Sel ajal toimub veevoolusooentes pinnapealne voolamine. Intensiivse auramise ja äravoolu tõttu alaneb mais - juulis soovee tase kiiresti. Minimaalne suvine soovee tase esineb tavaliselt augustis – septembris: suure pinnalanguga sooäärtel on see 30–50 cm allapoole mätastevahelist pinda. Oktoobris - novembris - rohkete sademete ja vähese auramise tingimustes saabub teine maksimaalne sooveetaseme seis. Üldiselt on sügisene sooveetase mõnevõrra madalam kevadisest. Detsembris - jaanuaris saabub talv. Soo külmub ning kattub lumega. Toitumine sademetest lakkab ning algab talvine sooveetaseme langus. Kuivadel aastatel sügisene veetase oluliselt ei tõusegi, mistõttu suvine madal veeseis läheb vahetult üle talviseks.

Sellistel aastatel kujunevad madalate veeseisude perioodid pikimateks. Ebapüsivatel soojadel talvedel toitub soo osaliselt ka lumeveest, mistõttu püsib ühtlaselt kõrge sooveetase (*Ibid*).

Nigula soost alguse saavad vooluveed jagunevad 4 vesikonda: Salatsi, Lemme, Häädemeeste ja Rannametsa jõgede vesikondadesse (Joonis 4). Eesvooluks on neil kõigil Riia laht (Karmu, 1966). Lemme jõe alguseks on nimetatud Neljanda peaksi keskosast idapool asuvat laugastikku; Lemme jõe suublaks - Riia lahte Veneküla juures (Karmu, 1966). Nigula raba ulatuses on Lemme jõgi kitsas, kord nähtav kord nähtamatu lasundisisene oja. Väljudes laugaste piirkonnast on jõe kaldakõrguseks märgitud 0,4-0,6 m, voolusängi laiuseks - 0,45 m ja voolu kiiruseks 0,8 m/s (*Ibid*). Kasepeaksi kohal on säng 2-3 m lai ja kohati täiskasvanud. Esimese peaksi kohal, enne Nigula LK territooriumilt väljumist, on kallaste kõrguseks 0,25 m ja laiuseks 0,6 m, vee sügavuseks - 0,7 m (*Ibid*). Jõe sängi põhi on mitmes kohas kaetud peene valge liivaga, millel lasub 20 cm paksune turbasambla kiht. Tihedalt esineb jõe põhjas rändrahned ning voolukiiruseks on mõõdetud 2,3 -3,0 m/s (*Ibid*). Loopmann jt. (1988) märgivad Lemme jõe alguseks Nigula raba lõunaosas olevat lasundisisest veesoont, mis katkendlikult nähtavale ilmudes ja kraaviks õgvendatuna väljub lõunaosas raba piirkonnast.

Pužupe jõe e. Salatsi jõe lisaharu alguseks märgitakse Järve järve lõunapoolset serva, kus vooluvesi on nähtav ainult kevadise ja sügisese suurvee aeg (Karmu, 1966). Jõe ülemjooksu kaldad on soostunud ning madalad (*Ibid*). Pihke oja alguseks nimetatakse Nigula raba kirdeosa (Karmu, 1966). Lehviku kujuliselt ühinedes suubuvad Timmkanalisse niisugused Nigula soo põhjapoolse ümbruse ojakesed nagu Laiksaare, Asuoja ja Kõinja oja (Ainsaar, 1957). Häädemeeste jõe alguseks on Nigula soo läänepiiri piirdekraav ja maaparandusobjektide kuivenduskraavid; Rannametsa jõe alguseks on raba põhjaosa ning raba loodepiirilt väljuva Arakaoja veed ning kirdepiirilt väljuva rabakraavi ja maaparandusobjekti piirdekraavi veed ühinevad rabast edelasse jääval ülemjooksul (Puura jt., 1990). Urissaare raba lääneosa veed juhib Riia lahte Rodina jõgi, mis 1963. a. muudeti Urissaare magistraalkraaviks (Karmu, 1966). Viimane on suvel võrdlemisi



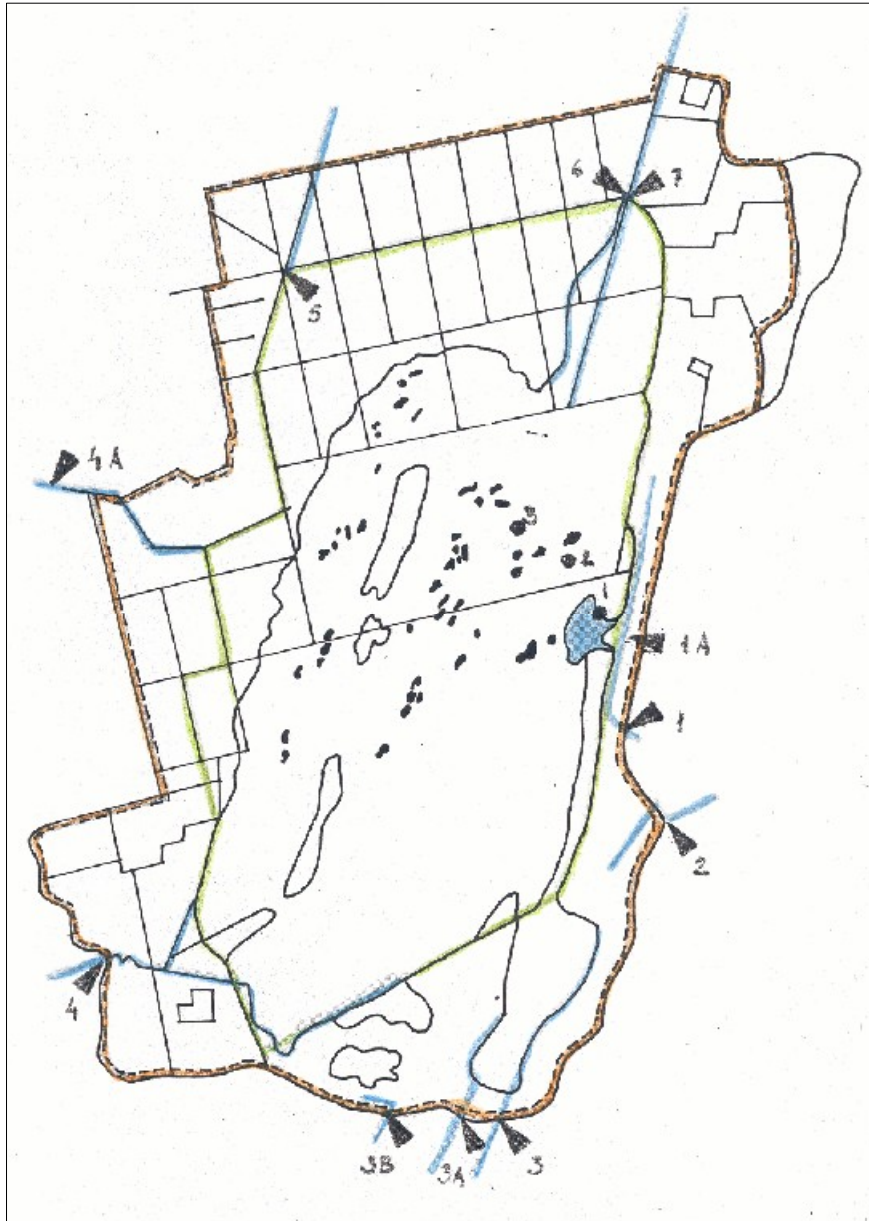
Joonis 4. 2002. aasta ülelennu põhjal (www.maaamet.ee) koostatud Nigula raba ortofoto koos piirkonda jäävate jõgede ja kraavivõrgutikuga (Eesti jõgede ja kraavide elektrooniline kataloog), kus: 1-Arakaoja, 2...5-nimetud kraavid (krv.), 6-Rannametsa j., 7-nimetu krv., 8-Ura j., 9...14-nimetud kraavid, 15-Pužupe j.; pidev punane joon tähistab M1: 10 000 mullastikukaardi (Eesti Maa-amet) järgi määratud Nigula soo nullkontuuri piiri.

ühtlase veetasemega 0,3-0,5 m, kuid kevadel tõuseb veetase 1,0-1,3 m kõrguseni moodustades äravooluks 12 m³/s (*Ibid*).

Nigula LK piiridesse jääva vooluveeteede üldpikkuseks hinnati kuuekümnendatel ca 26 km ning vooluveevõrgustiku tiheduseks – 0,95 km/km² (Karmu, 1966). Loopmann (1970) andmeil on Nigula sood ümbritsevate vooluvett ärajuhtivate kraavide üldpikkuseks 17-25 km. Keskmiseks kraavi laiuseks on märgitud 2 m ning sügavuseks kuni meeter. Vesi neis kraavides esineb ainult kevadel lume sulamise ja sügisel vihmade ajal. Pidev veevool esineb 11,4 km ulatuses Pihke ojas ja Lemme jões (*Ibid*). Suvisel ajal oli nendes vooluhulk 8-10 l/s, veesügavusega 5-10 cm (Loopmann, 1970).

Turbakihi pinnapealseid ja laugastevahelisi voolusoonikesi on rohkesti peaksitest idapoolses Nigula raba osas: põhjapoolsed voolusooned - voolusuunaga põhja, lõunapoolsed - edelasse või lõunasse (Ainsaar, 1957). Raba lõunaosas toimub ka intensiivne rabavee valgumine raba lõunapiiril asuvatele sooheinamaadele, mis põhjustab sealsetel aladel kiiret rabastumise (!) protsessi (Karmu, 1966). Nigula soo edelaosas on soos märgata kuivenduse mõju, mida põhjustavad kolm suuremat kraavi. Kiirevoolulisem neist on kõige idapoolsem, mis on rajatud rabast algava jõesängi kohale (Ainsaar, 1957).

Nigula soo veekvaliteedi monitooringuid on läbi viidud perioodi 1985-1993 jooksul, kus mõõdeti ka rabavee kvantitatiivseid väljavoolusid (Raukas & Kink, 1993/94). Tuginedes vastavatele uuringutele on näha, et suurimad pinnavee äravoolude formeerijad Nigula soost on Rannametsa jõe ning Pužupe jõe ülemjooksu veesooned (Joonis 5) – vastavalt 44% ja 27% kogu Nigula soo monitoritud äravooludest. Nimetatud jõgede maksimum- ja miinimumperioodidel formeerunud äravoolude vahe oli vastavalt 81 ja 83 kordne. Häädemeeste ja Lemme jõe äravoolude osakaal maksimumperioodil moodustas vastavalt 7% ja 22% ning miinimumperioodil – vastavalt 15% ja 12%. Absoluutväärtustes oli seega Häädemeeste ja Lemme jõe maksimum- ja miinimumperioodide vahe vastavalt 43 ja 136 (!) kordne.



Joonis 5. Aastate 1987-1992 pinnvee monitooringu vaatlusvõrgustik, kus: lävend 1A – raba piirdekraav; lävend 1 – piirdekraav ja Nigula/Järve järve väljalase; 2 – rabamänniku piirdekraav; lävend 3 – metsamaa piirdekraav; lävendid 3A ja 3B – maaparandusobjektide eesvoolud; lävend 4 – Lemme jõgi; lävend 4A – Häädemeeste jõgi; lävend 5 – Arakaoja; lävend 6 – rabamets, lävend 7 – rabakraavi ja piirdekraavi liitumise koht (Raukas & Kink, 1993/94).

Sidudes Nigula soo morfoloogilise ehituse omapära äravoolu formeerumise seaduspäraga leiti, et Nigula soos puudub äravoolu formeerumise normaalne profiil, mille puhul

eeldatakse konstantse voolumooduli M olemasolu ühe sootüübi piires, e. muutumatut suhet sootüübi kontuuri lõigust läbivoolava aastase veehulga ja sootüübi langu vahel (Loopmann, 1970). Kuna sooservadel on lang 0,03...0,05 ‰, lavajal keskosal vaid 0,0005...0,001 ‰, siis on vastavad voolumoodulid servaaladel 0,3-0,4 cm²/s, lavajal alal 120-150 cm²/s (Loopmann, 1970).

1.3. Nigula sood iseloomustavad laukad ja järved

Karmu (1966) andmeil on Nigula soos 1531 laugast ning 20,2 ha suurune Järve järv, mille pikkus on 800 m, laius 350-400 m, keskmine sügavus 3 m ja maksimaalne sügavus 3,2 m. Järve kallaste kõrguseks veepinnalt on nimetatud 0,7-1,0 m (*Ibid*). Järve põhjas esineb rikkalikult kände ja järve keskosas toimib nõrk põhja-lõunasuunaline veevool (*Ibid*). Loopmann *et al.* (1988) andmeil on Nigula soos laukaid 370 ning Järve järve pindala 17,9 ha, kusjuures järve pikkuseks on märgitud 810 m ja laiuseks 450 m, keskmiseks sügavuseks 2,4 m. Järv toitub raba pindmisest ja lasundisest veest intensiivselt järve valguvatena lõuna- ja läänepoolseilt kaldailt. Loopmann (1970) järgi valguvad mööda neid veevoolusooni ka Nigula soo märesoo liigveed järve. Laugaste üldpindalaks on pakutud umbes 0,6 km², s.t. üle 2 % soo üldpindalast; laugasjärvede pikkuseks on enamasti 20-40 m, üksikute pikkuseks 60 kuni 200 m, laiuseks enamikul juhtudel 20-40 m, sügavuseks 1-2 või 3-4 m. Kallaste kõrguseks on valdavalt 15-20 cm (*Ibid*).

Laukad on enamasti üksteisega ühenduses ja ümbritsevad peaksite ahelikku. Eriti hulgaliselt esineb neid Neljandast peaksist lääne ja loode pool (Karmu, 1966). Nigula soos esinevad laukad jagunevad nõlva- ja veelahkmelaugasteks, laugasjärvedeks, nõo- ja suurveelaugasteks, rabajõe kinnikasvamisel ja põlengul tekkinud laugasteks (Karmu, 1966).

Nõlvalaukad paiknevad soos mitmesuguse nõlvusega aladel, nad on ovaalse kujuga ja on orienteeritud risti rabanõlvusele. Nõlvalaukad on pikad, käärlise kaldajoonega, moodustavad kohati laugastikke ja esinevad enamasti soo läänemassiivil. *Veelahkmelaugad* paiknevad idapoolse soomassiivi tasastel ning arvatavasti Urissaare

raba veelahkme aladel ja nad on kujult ebakorrapärased (*Ibid*). Järve järv ja Suur laugas (sügavus 6,1 m) on liigitatud *laugasjärvedeks*, milledest esimene olevat tekkinud rabapõlengu tagajärjel aga teine neist on primaarne laugas e. jäänukjärv (*Ibid*). Hilisemate uuringute põhjal jõutakse järeldusele, et ka Järve järv on primaarne jäänukjärv (Ruakas & Kink, 1993/94). Laugasjärvedele loetakse iseloomulikuks ümardunud kuju ja kalda murrutuse olemasolu (Karmu, 1966). *Nõolaukad* esinevad Neljandast peaksist idapool olevas lohus, mis on ühtlasi ka soo pinnavee kogunemise kohaks. Laukad on omavahel seotud kitsaste pikkade älvestega, kaldajoon on sopiline, veepinnal esineb ujuvaid turbasaari. *Suurveelaukad* e. rabaallikad esinevad Teisest peaksist edelas, Esimesest peaksist idas, idamassiivi idanõlval ja kirdeosas. Laukad on väikesed ja muutliku asukohaga, kujult on nad ovaalsed või ümarad ning rohkete vetikate tõttu on nad värvilt rohelised (*Ibid*). *Rabajõelaukad* asuvad Lemme jõe sängi piirkonnas Nigula rabamassiivi keskel. Laukad on älvilise kaldaga, keskel on suured mudakuhjatised, mis on soodsad taimestiku kasvule ja mätaste arengule. Põlemise tagajärjel tekkinud laugaste omapäraks on nende korrapärane ovaalsus ning kõrged ja tugevad kaldad ja neid leidub Nigula raba idaosas (*Ibid*). Kokkuvõtlikult on Nigula raba laukad enamikus taimestikuta laukad, ainult Lemme jõe piirkonnas liigitatakse neid taimestikuvaesteks laugasteks. Rabamassiivi laugaste sügavus peenarrabas on kuni 3,7 m. Laugaste kinnikasvamine esineb ainult madalaveelistes laugastes; laugastes veesügavusega üle ühe meetri - taimestik puudub (Karmu, 1966).

1.4. Kliima iseloomustus

Nigula soostiku piirkonnas domineerib liigniiske merelist tüüpi kliima, - üldiselt pehme ning muutliku loomuga. Domineerivad pikk soe sügis, parajalt külm talv, öökülmadega ja väheste sademetega jahe kevad ning parajalt soe suvi, esimesel poolel kuiva, teisel - vihmase ilmaga. Aastane keskmine sademete hulk soostiku piirkonnas on ligi 650 mm, kõikides erinevail aastail 350–850 mm piires. Seejuures langeb sügisperioodil (IX – XI kuu) ligi 40 mm sademeid rohkem kui samal ajal Ida Eestis (Loopmann, 1970). Samas on aga alade suvine sademetehulk võrdne. Suurem sademetehulk sügisel suurendab oluliselt pinnase niiskust, sest taimed omastavad sel ajal juba vähe niiskust. Soojal aastaajal langeb 440 mm, külmal – 210 mm sademeid. Sademetekogusega 0,1 mm ja rohkem

päevade arv aastas on umbes 170. Maksimaalne ööpäevane sademete hulk on 60 – 90 mm (*Ibid*).

Pikaajaline keskmine õhutemperatuur on soostiku piirkonnas 5,2°C, maksimaalne +34°C ning minimaalne -36°C. Keskmine maksimaalne lumekatte paksus on 25–30 cm, üksikuil aastail ka 10 cm või koguni 60 cm. 15–20 % kõigist talvedest on lumikate ebapüsiv. Kevadine veetagavara lumes on 65–70 mm, üksikuil aastail isegi üle 100 mm. Turbapinnase keskmine maksimaalne külmumine on 20–30 cm, ulatudes üksikuil juhtudel üle 50 cm (Loopmann, 1970).

Loopmann (1970) andmetel on külmunud kihi tusedus mätastel tavaliselt 10–15 cm suurem kui älvestel ja teistel negatiivsetel pinnavormidel. Üksikuil aastail, kui nõrgalt külmunud (8-10 cm) rabale langeb ühtlane püsiv lumikate (15–20 cm), võib külmunud kihi paksus olla väga väike või kaduda hoopiski. Varajase paksu lumikatte tõttu külmub soo mõnel aastal väga ebahühtlaselt, kohati aga ei külmu üldse. Intensiivse põhjavee toitumisega vesised märealad (veevoolujooned) külmuvad vaid tugeva pakase korral. Raba sulamine algab mätastel juba märtsis, kuid lõpeb seal umbes 10 päeva hiljem kui älvestel. Külmunud pinnase läätsi leidub turbalasundis vahel isegi juunikuus. Püsiv lumikate esineb umbes 95 päeva aastas. Keskmine suhteline niiskus sügisel on 85–88 % ja suvisel keskpäeval 65–67 %.

Aastane kiirgusbilanss on 33–35 kcal/cm², millest 80–90 % kulub vegetatsiooniperioodil auramiseks. Auramise aastane keskmine suurus ümbruskonnas on ligi 400 mm – soosalal aga umbes 450 mm. Üldisest sademete hulgast ümbruskonnas voolab pinnaveena ära keskmiselt 260 mm (*Ibid*).

2. Töös kasutatud materjal ja meetodikad

2.1. Aerofotod

Käesolevas töös kasutatud värviline, Nigula soostikku hõlmav aerofoto saadi kasutades Maa-ameti avalikku internetiteenust. Soostikku katvad avaliku teenuse elektroonilised „kaardiaknad” salvestati JPG failidena, millede ühendamisel programmi *Corel PhotoPaint* abil saadi Nigula soostiku aerofoto (Lisa 1).

2.2. Soostiku piiri identifitseerimine

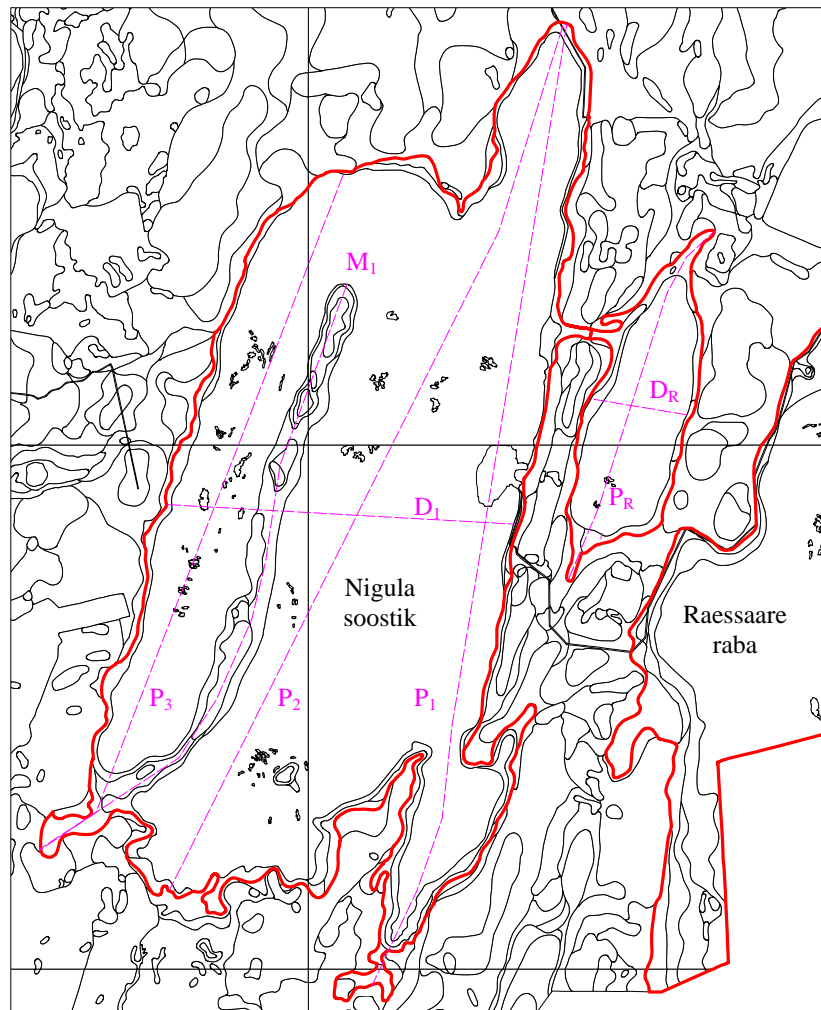
Nigula soostiku piiri täpsustamine viidi läbi programmi *MapInfo* abil. Pindalaliselt ja georefereeritult fikseeritud Nigula soostiku piir määrati digitaliseeritud suuremõdulise (1:10 000) mullakaardi põhjal (www.maaamet.ee), millesse olid haaratud kõik soomullad turbakihi tüsedusega üle 30 cm ja turvastunud mullad turbakihi tüsedusega kuni 30 cm (Joonis 6). Samalt kihilt leitud Nigula soostiku morfomeetrilised parameetrid on toodud tabelis 2.

Georefereeritud soostiku piirikihi elektroonilisel „liitmisel” Nigula soostiku aerofotoga saadi Nigula soo maastikuliseks töötlemiseks kuvakaardi alused nagu näit. Joonis 4.

2.3. Kliimaandmestik

Käesolevas töös läbiviidud kliima-andmestiku töötlemise eesmärgiks oli võrrelda lähimineviku õhutemperatuuride ja sademete keskmisi kirjanduses toodud varajasemate näitajatega. Nigula soostiku piirkonda iseloomustavad sademete ja õhutemperatuuride andmestik on nn. „adapteeritud” Põhja-Liivi Piiriülese Märgalade projekti – „Integrated Wetland and Forest Management in the Transborder area of North Livonia” (edaspidi – Pin-Matra, 2002) raames töödeldud andmefailidest, mis põhinevad Pärnu, Kihnu ja Viljandi meteoroloogia jaamade andmestikule Eestist ning Ainaži ja Rūijena andmestikul - Lätist. Distsantsinterpolatsiooniga leitud andmeõigsuse kontrolliks ja võrdluseks kasutati Kilingi-Nõmme piirkonnas registreeritud *Globe* (koolilaste ilmajälgimise programm) kliimaandmestikku ning Nigula LK-s kogutud sademetekoguste andmestikku.

Perioodi 1891-1956 kliimaandmestik on refereeritud Loopmann (1971) järgi ning Nigula pikaajalise 1967-2002 kliimaandmestiku töötlemine ja interpolatsioon viidi läbi Pin-Matra, 2002 raames.



Joonis 6. Mullakaardi M1:10 000 baasil loodud Nigula soostiku piir (kaardil punane joon) ning mõned soostikku iseloomustavad profiilide asukohad vastavalt tabelis 2 toodule.

2.4. Nigula soo elektroonilised andmekihid ja nende töötlus

Nigula soo elektroonilise kõrgusmudeli loomise aluseks oli käesoleva töö raames *MapInfo* keskkonnas digitaliseeritud Raukas & Kink (1993/94) tõenäoliselt M1:10000 kaart (Joonis 13). Pinnaveekogude andmekihiks oli Pin-Matra, 2002 raames loodud

andmekiht ning vooluvete ning vastavate valglate andmekihiks olid Eesti jõgede ja kraavide elektroonilise kataloogi vastavad kihid (vt. näit. Joonis 4).

Nii kõrgusemudeli loomine kui ka sellele järgnenud analüüs viidi läbi *MapInfo*-s.

2.5. Välitööd

Rahvusvahelise soo kursuse „*MIRE ECOLOGY – Restoration of damaged peatlands and terminated peat cuttings*” raames toimus Urissaare raba lõunaosas ühepäevane ekspeditsioon. Ekspeditsiooni läbiviimise eesmärgiks oli Haavapeaksist idapool oleva ning kuivenduskraavi piirkonda jääva raba-ala pilootuuringud.

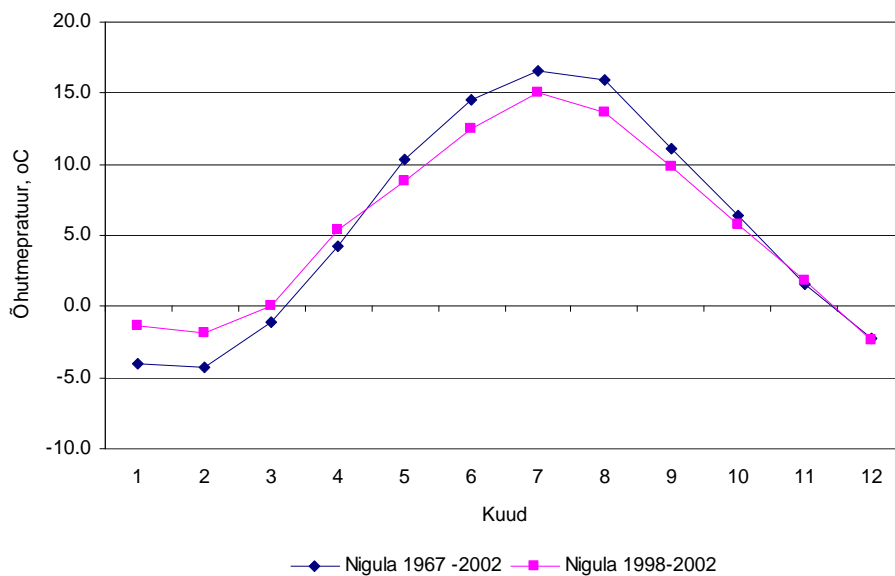
3. Tulemused

3.1. Nigula soostiku kaasaegne kliima ja seda iseloomustav andmestik

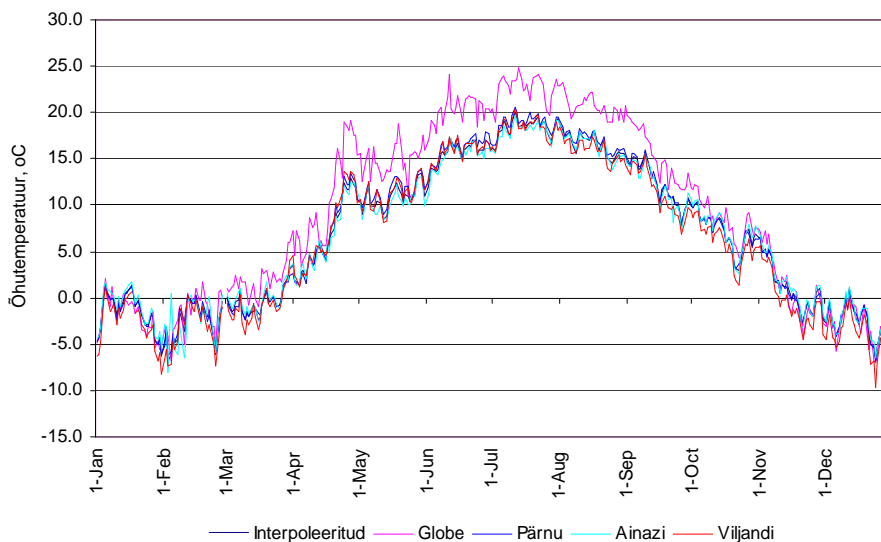
Toetudes refereeringutele ning Nigula piirkonda interpoleeritud kuukeskmiste õhutemperatuuride aastasele käigule (Pin-Matra, 2002) on võimalik väita, et viimase 50-neaasta jooksul on Nigula piirkonna aastane õhutemperatuur tõusnud kuni 0,5 °C (Tabel 2). Interpoleeritud andmestiku järgi on lähimineviku keskmine õhutemperatuur Nigula soostiku piirkonnas olnud +5,6 °C, kusjuures võrreldes perioodi 1967-2002 keskmisega on lähimineviku vegetatsiooniperioodi kuukeskmise õhutemperatuur langenud 1,2 °C. Loopmann (1971) poolt aluseks võetud sooja perioodi juuni...august kuukeskmise õhutemperatuur lähiminevikus oli +13,7 °C, kuid tegelik vegetatsiooniperioodi kuukeskmise õhutemperatuur (aprill...oktoober) oli +10,1 °C. Seejuures, üle +5 °C kuukeskmise õhutemperatuuriga periood e. vegetatsiooniperiood, algab reeglina aprillis ning lõpeb oktoobris (Joonis 7 ja Joonis 8). Talvekuude keskmine õhutemperatuur on tõusnud kuni 1,0 °C-ni (Tabel 2, Joonis 7). Loopmann (1971) poolt aluseks võetud külmakuude ja ülemineku kuude jaanuar...mai ning september...detsember kuukeskmise õhutemperatuur lähiminevikus oli +2,0 °C, ning puhkeperioodi (november...märts) kuukeskmise õhutemperatuur oli -0,7 °C ning alla +5 °C kuukeskmise õhutemperatuuriga periood algab reeglina oktoober-novembris ja lõpeb märts-aprillis.

Analüüsitud sademete andmetest on näha, et Nigula piirkonda interpoleeritud aastakeskmised sademete summad ei erine eriti Loopmann (1971) poolt tooduga, küll aga on Nigula LK-s mõõdetud sademete kogused suuremad võrreldes eespoolnimetatutega (Tabel 2). Lahknevused on aga eriti märgatavad aastaste sademete omavahelisel võrdlemisel (Tabel 3). Reeglina jäävad interpoleeritud sademed alati madalamaks võrreldes Pärnus ja Nigulas mõõdetutega, kuid samas on nii Pärnu kui ka Nigula sademete erinevused kuni ±100 mm.

Tabelist 2 on näha, et kui 20. sajandi esimese poole suvekuudel langenud sademete osakaal Nigula piirkonnas moodustas 27-31% siis sajandi teisel poolel on see 28-33% e. suvekuude sademete kogused on suurenenud kuni 30 mm. Seega on käesoleval ajal kuude VI...VIII keskmine sademete summa 200-215 mm, kuid kogu vegetatsiooni perioodi



Joonis 7. Nigula soostiku piirkonda interpoleeritud pikaajalised (graafikul: Nigula 1967-2002) ja lähimineviku (graafikul: Nigula 1998-2002) kuukeskmised õhutemperatuurid; interpoleerimine on läbi viidud distantskorrelatsiooniga Pärnu, Kihnu, Viljandi, Ainaži ja Rūijena meteoroloogiajaamade andmestiku põhjal (Pin-Matra, 2002).



Joonis 8. Nigula piirkonna päevased õhutemperatuurid keskendusperioodiga 1998-2002 aasta, kus: ‚Interpoleeritud‘ – distantskorrelatsiooniga interpoleeritud Pärnu, Kihnu, Viljandi, Ainaži ja Rūijena meteoroloogia- ja hüdroloogiajaamade andmestiku põhjal; ‚Globe‘ – koolilaste ilmajälgimise programmi andmestiku põhjal Kilingi-Nõmme piirkonnast; ‚Pärnu‘, ‚Ainazi‘ ja ‚Viljandi‘ – meteoroloogiajaamades registreeritud andmestiku põhjal.

jooksul kõigub see 380-420 mm vahel. Aastasest 610-760 mm-st sademete kogusest 28-33% sajab maha VI-VIII kuu jooksul ning kogu vegetatsiooni perioodi kestel 52-64% sademetest e. 380-420 mm (Tabel 2). Tähelepanuväärne on aga fakt, et vegetatsiooniperioodi algusekuu – maikuu, on vegetatsiooniperioodi kõige sademetevaesem kuu, s.o. keskmiselt 20 mm kuus ning sademete rikkamad on juuni-juuli – 60-110 mm kuus (Joonis 9). Võrreldes pikaajalistega (1967-2002) on märgatav sademete tõus toimunud jaanuaris-veebruaris ning juunis-juulis. Suur langus on olnud aga maikuu, septembrikuu ning detsembrikuu sademetes.

Seega, lähtudes aastasisesest sademete ja õhutemperatuuride jaotusest on Nigula soostikule veedefitsiiti tekitavateks kuudeks aprill-mai, mis võimendub õhutemperatuuride suhteliselt järsu tõusuga aprilli lõpus (Joonis 7) ning koos sellega vegetatsiooni perioodi algusest tuleneva taimestiku elutegevuseks vajaliku veevajaduse suurenemisega.

Kui Loopmann (1971) poolt kasutatud kliimaandmestikust on näha, et perioodi 1891-1956 kohta oli Nigula piirkonna iseloomustamiseks kasutada Pärnu, Tihemetsa, Jäärja ja Laiksaare hüdro meteoroloogia jaamade ja postide andmestikku, siis kaasaegse kliimaandmestiku distantsskorreleerimiseks Nigula soostiku piirkonda, oli kasutada Kihnu, Pärnu, Viljandi, Ainaži ja Rūijena meteoroloogia- ja hüdroloogiajaamade andmestik. Seega oli Loopmann (1971) kasutatud kliimaandmestiku registreerimiskauguseks Nigula soostiku piirkonnast 8-35 km, kuid distantsskorrelatsiooniga interpoleeritud kaasaegse kliimaandmestiku registreerimiskauguseks oli 25-68 km: Kihnu ja Pärnu – 43 km, Viljandi – 68 km, Ainaži – 25 km ja Rūijena – 40 km.

Erinevate andmeallikate andmestiku võrdlus näitas, et GLOBE¹ andmebaasi päevased õhutemperatuurid on ametlikult registreeritustest ja isegi distantsskorreleeritustest kõrgemad

¹ GLOBE - GLOBAL LEARNING AND OBSERVATIONS TO BENEFIT THE ENVIRONMENT - ülemaailmne koolide keskkonnaprogramm, millest võtavad osa kooliõpilased 96 riigist, nende hulgas ka õpilased 37 Eesti koolist. 5 - 12 klassi õpilased teevad keskkonnamõõtmisi kooli ümbruses, saadavad tulemused Interneti kaudu ülemaailmsesse GLOBE andmebaasi, kasutavad neid andmeid ning Internetist

aasta soojematel kuudel (Joonis 10): kevad- ja sügiskuudel kuni 2-3 °C ning suvekuudel kuni 5 °C (Joonis 10).

Nigula piirkonna sademete integraalkõverad keskendusperioodiga 1988-2002 näitavad, et distantskorrelatsiooniga interpoleeritud sademete kogused jäävad kogu keskendusperioodi jooksul madalamaks tegelikest: aastane sademete summa erineb veidi üle 100 mm (Joonis 11). GLOBE andmebaasidega võrreldes on aga Nigulas registreeritud keskmine aastane sademete kogus kuni 300 mm kõrgem. Mõningate erinevustega on Nigulas registreeritud sademete kogustel parim kokkulangevus Pärnus ning Viljandis registreeritute (Joonis 11 ja Tabel 3).

Nigula, Pärnu ja interpoleeritud sademete integraalkõverate võrdlus aastate 2000, 2001 ja 2002 kohta, kinnitab veelkord interpoleeritud sademete väiksemaid koguseid võrreldes mõõdetutega (Joonis 12); erinevused võivad ulatuda kuni 150 mm aastas. Ka Pärnu jaamaga võrreldes võivad erinevatel aastatel erinevused ulatuda kuni 100 mm aasta kohta. Küll on aga 2002. aasta sademete kokkulangevus Pärnus ja Nigulas mõõdetuga üllatavalt suur. Ehkki lineaarse trendi korrelatsioon on Nigulas mõõdetud sademete integraalkõveral üldjuhul küllalt kõrge ($R^2 = 0.97-0.98$), esineb kevadperioodi alguses kõikidel integraalkõveratel suuremal või vähemal määral märgatav trendimuutus.

Seega saab kokkuvõtlikult väita, et tänu sademete suurele pindalalisele muutlikkusele võib nii interpoleeritud kui ka lähima meteoroloogia- ja hüdroloogiajaama andmestiku kasutamisel aastane sademete koguse viga ulatuda kuni 150 mm/aastas. Sademete aastasiseses jaotuses on aga juuni-juuli kõige sademete rikkamad kuud – keskmiselt 90 mm/kuus, järgnevad august, oktoober ja november - 70 mm/kuus, jaanuar, veebruar, september – 60 mm/kuus, märts, aprill, detsember – 40 mm/kuus ning mai – 20 mm/kuus.

saadavaid õppematerjale õppetöös. GLOBE andmeid kasutavad ka Maa globaalprobleeme uurivad teadlased.

Tabel 2

Perioodi 1891-1956 kliimaandmestik (Loopmann, 1971) võrrelduna perioodidega 1967-2002 ja 1998-2004. Nigula piirkonna pikaajalise 1967-2002 kliimaandmestiku distantskorrelatsiooni aluseks oli Pärnu, Kihnu, Viljandi, Ainaži ja Rūijena meteoroloogiajaamade andmestik (Pin-Matra, 2002); sulgude ees olevad „Veg. suvi” keskmised on arvatud kuude aprill...oktoober e. IV-X kohta ning talvekuude keskmised – jaanuar...märts ja november...detsember e. I-III ja XI-XII kohta

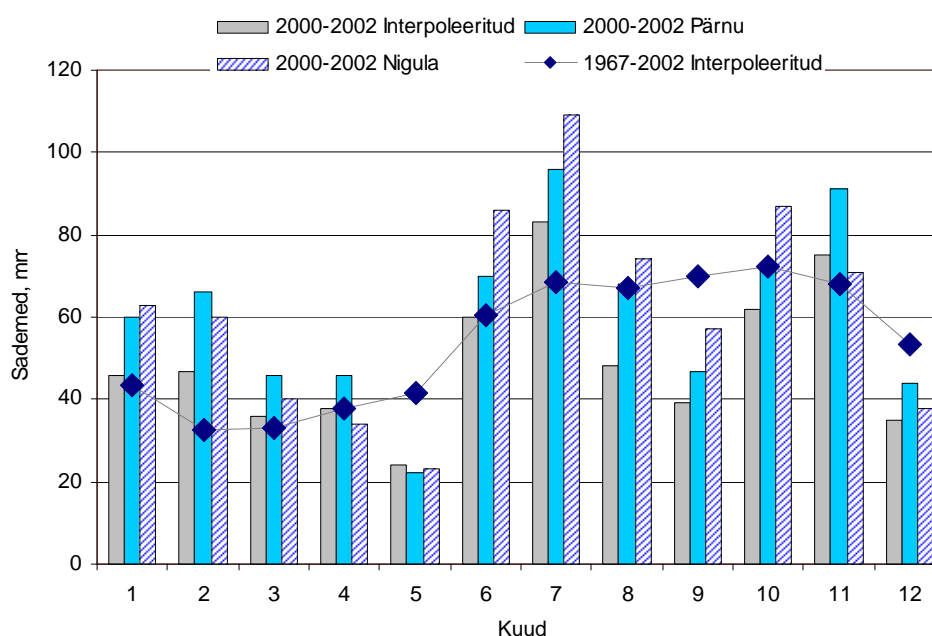
Meteoroloogilised jaamad, postid	Meteoroloogiline näitaja: õhutemperatuur - T, °C ja sademed - P, mm	Periood				
		Veg.suvi/(VI-VIII kuu)		Talv/(I-V, IX-XII kuu)		Aasta
		Arv-väärtus	Osakaal aastast, %	Arv-väärtus	Osakaal aastast, %	Arv-väärtus
Jäärja (1891-1956.a.)	T, °C					
	P, mm	-(220)	-(31)	-(497)	-(69)	717
Tihemetsa (1891-1956.a.)	T, °C					5,0
	P, mm	-(166)	-(28)	-(446)	-(72)	612
Pärnu (1891-1956.a.)	T, °C					5,3
	P, mm	-(149)	-(27)	-(394)	-(73)	543
Nigula piirkond	Pikaajalised interpoleeritud (1967-2002.a.):					
	T, °C	11,3*/(15,7)		-1,7*/(1,4)		5,7
	P, mm	418/(196)	64/(30)	231/(453)	36/(70)	649
	Lähiminevik: interpoleeritud (1998-2002.a.),					
	T, °C	10,1/(13,7)		-0,7/(2,0)		5,6
	P, mm;	381/(202)	62/(33)	232/(411)	38/(67)	613
	Nigulas mõõdetud (2000-2003.a.),					
	P, mm	396/(215)	52/(28)	360/(541)	48/(72)	756

*Vegetatsiooni- ja puhkeperioode arvestavad keskmised

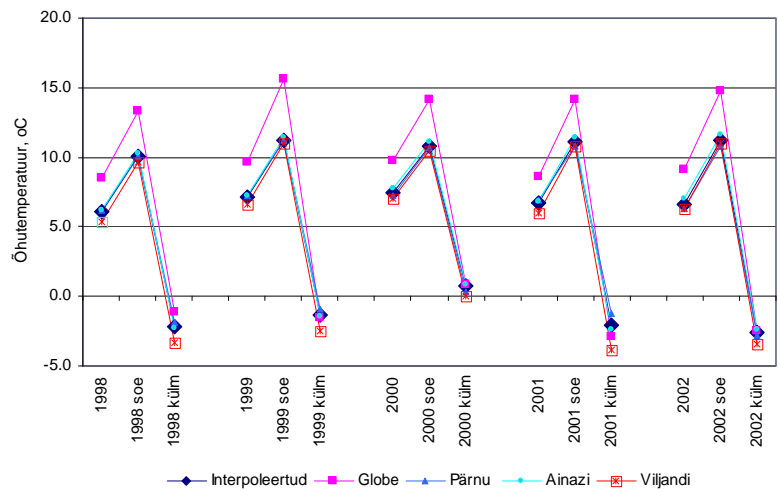
Tabel 3

Nigula piirkonda iseloomustavad sademete kogused aastate 2000-2002 kohta

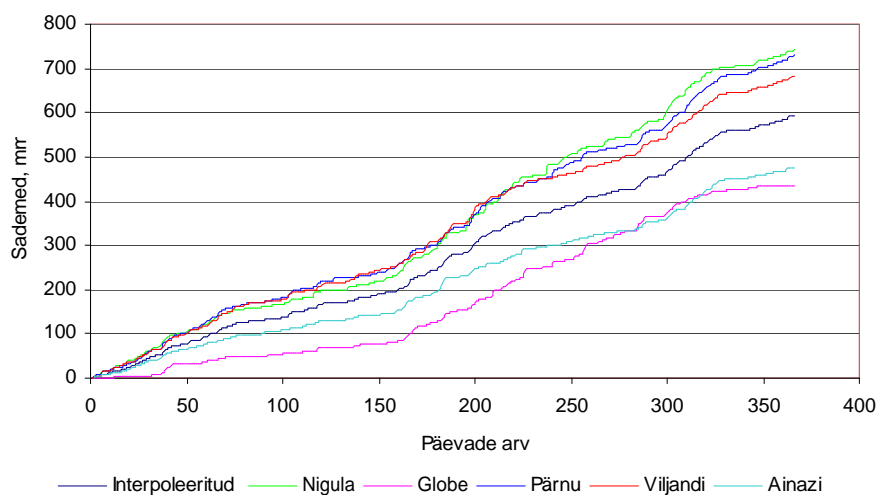
Andmestiku allikas	Vaatlusperiood, aasta		
	2000	2001	2002
Nigula LK	748	823	656
Pärnu meteoroloogia jaam	632	908	647
Interpoleeritud Pärnu, Kihnu, Viljandi, Ainaži ja Rūijena meteoroloogiajaamade andmestiku baasil	515	716	551



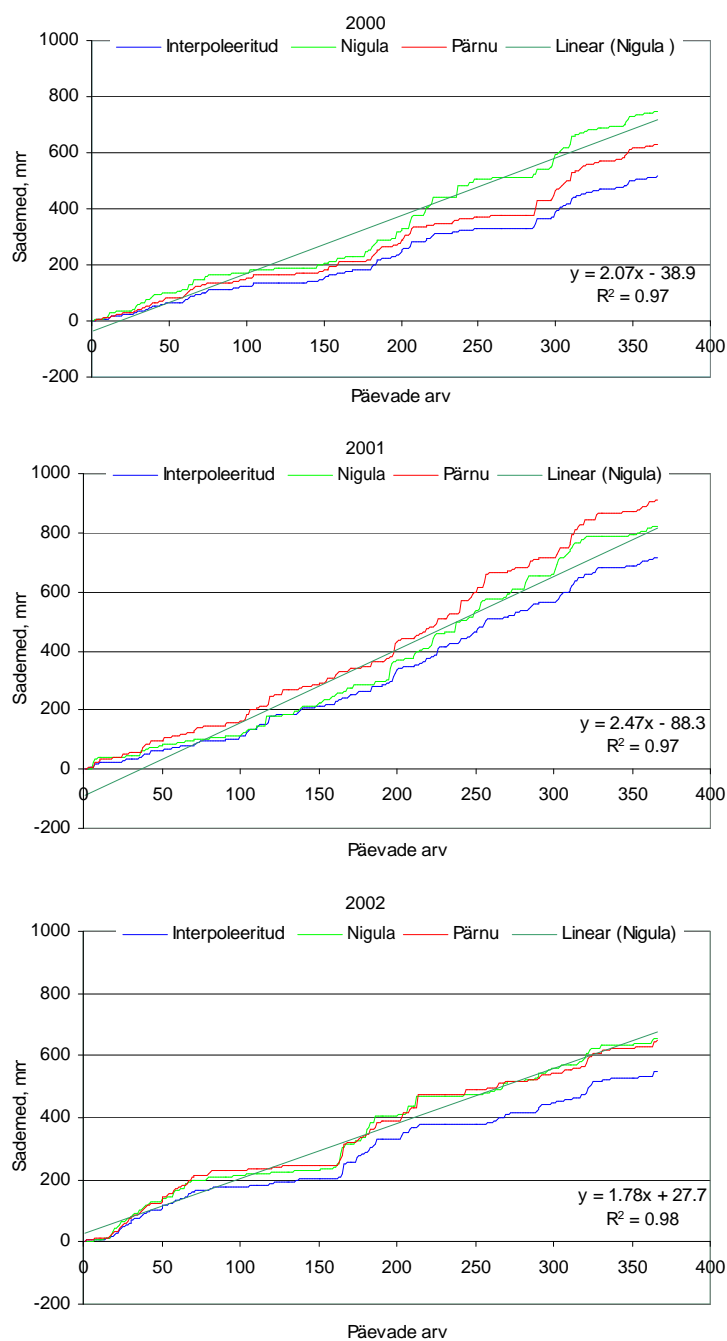
Joonis 9. Nigula LK-s 2000-2002.a. mõõdetud (graafikul: 2000-2004 Nigula) kuukeskmiste sademete võrdlus distantskorrelatsiooniga interpoleeritud (Pärnu, Kihnu, Viljandi, Ainaži ja Rūijena meteoroloogiajaamade andmestik) pikaajaliste (graafikul: 1967-2002 Interpoleeritud) ja distantskorrelatsiooniga interpoleeritud lähimineviku (graafikul: 1998-2002 Interpoleeritud) kuukeskmiste sademetega.



Joonis 10. Nigula piirkonna keskmised päevased õhutemperatuurid aastate kaupa (graafikul aastad - ,1998...2002'), vastavate aastate märts-oktoober (graafikul - ,1998...2002 soe') ning jaanuar-veebuar ja november-detsember (graafikul - ,1998...2002 kül'm') perioodide keskmised päevased õhutemperatuurid, kus: ,Interpoleeritud' – distantskorrelatsiooniga interpoleeritud Pärnu, Kihnu, Viljandi, Ainazi ja Rüijena meteoroloogiajaamade andmestiku põhjal; ,Globe' – koolilaste ilmajälgimise programmi andmestiku põhjal Kilingi-Nõmme piirkonnast; ,Pärnu', ,Ainazi' ja ,Viljandi' – meteoroloogiajaamades registreeritud andmestiku põhjal (Pin-Matra, 2002).



Joonis11. Nigula piirkonna sademete integraalkõverad keskendusperioodiga 1998-2002, kus: ,Interpoleeritud' – distantskorrelatsiooniga interpoleeritud Pärnu, Kihnu, Viljandi, Ainazi ja Rüijena meteoroloogiajaamade andmestiku põhjal; ,Nigula' – Nigula Looduskaitsealal mõõdetud andmestiku põhjal; ,Globe' – koolilaste ilmajälgimise programmi andmestiku põhjal Kilingi-Nõmme piirkonnast; ,Pärnu', ,Ainazi' ja ,Viljandi' – meteoroloogiajaamades registreeritud andmestiku põhjal.



Joonis 12. Nigula piirkonna aastate 2000-2002 sademete integraalkõverad, kus: 'Interpoleeritud' – distantsskorrelatsiooniga interpolateeritud Pärnu, Kihnu, Viljandi, Ainaži ja Rüijena meteoroloogiajaamade andmestiku põhjal (Pin-Matra, 2002); 'Nigula' – Nigula Looduskaitsealal mõõdetud andmestiku põhjal; 'Pärnu', – meteoroloogiajaamas registreeritud andmestiku põhjal.

3.2. Nigula soostiku morfomeetrised parameetrid

Lähtudes mullakaardist on Nigula sood Ruunasooga ühendavaks lüliks õhukene madalloomulla kiht (mullakaardi tähistus - M7) (Joonis 6). *MapInfo*-s määratud Nigula soostikku iseloomustavad pikkused ning pindalad on suhteliselt hästi võrreldavad kirjanduses toodutega (Tabel 4), kuid reeglina on mullastiku kaardi põhjal leitud pindalalised väärtused suuremad.

Tabel 4

MapInfo-s määratud Nigula soostiku morfomeetrised parameetrid võrrelduna refereeringutes avaldatutega (vt. ka Joonis 6)

Näitaja	<i>MapInfo</i> -s	Kirjanduses	
		näitaja	allikas
Nigula soostiku pindala, km ²	26,28	24,5	Loopmann <i>et al.</i> , 1988
Nigula soostiku ümbermõõt, km	45,85		
Nigula soo pindala, km ²	23,99	23,42 23,79	www.Nigula.ee Loopmann, 1970
Nigula soo ümbermõõt, km	36,00		
Nigula soo pikkused, km:			
idaserva pikkus, P1	9,39		
keskosa pikkus, P2	9,06	9,4	Loopmann <i>et al.</i> , 1988
lääneserva pikkus, P3	7,06		
peaksite piirkond, M1	5,66		
kesklaius, D1	3,30	3,5	Loopmann <i>et al.</i> , 1988
Ruunasoo pindala, km ²	2,29	1,80 1,96	Orru, 1992 Lode <i>et al.</i> , 2001
Ruunasoo ümbermõõt, km	9,30		
Ruunasoo pikitelje pikkus, P _R , km	3,64	2,6	Lode <i>et al.</i> , 2001
Ruunasoo kesklaius, D _R , km	0,90	0,9	Lode <i>et al.</i> , 2001

Seega on mullastiku kaardi alusel määratud Nigula soostiku pindala 26,28 km², millest 23,99 kuulub Nigula soo alla. Ruunasoo puhul aga tuleb silmas pidada, et kui Lode *et al.* (2001) järgi saadi GIS-i põhiseks Ruunasoo pindalaks 1,96 km² (soo piir määrati metsa ja serva-ala kraavituse asukoha järgi), siis olemasoleva mullakaardi järgi on tegelik soo pindala 330 ha suurem, mis ilmselt on tulnud vastavalt mullastiku kaardilt määratud madalloomullaga kaetud alade tõttu Ruunasoo põhja- ja lõunatipus (Joonis 6).

Nigula soo pikkus mööda soola idaserva on 9,4 km ja mööda lääneserva on 7,1 km, Nigula soo ristprofiili pikkus läänest itta on 3,3 km. Nigula soostiku ümbermõõduks saadi ca 46 km, millest Nigula soo ümbermõõt on 36 km.

3.3. Nigula soo kõrgusmudel ja selle analüüsi tulemused

Raukas & Kink (1993/94) kaardi alusel (Joonis 13) loodud elektrooniline kiht katab 51,3 km², ning vertikaalse Z - koordinaadi piirväärtusteks olid $Z_{\max}=64,0$ m ü.m.p ja $Z_{\min}=49,0$ m ü.m.p. (Joonis 14). Samast kihist eraldatud Nigula soo ala katab 23,99 km² Z - koordinaadi piirväärtustega $Z_{\max}=60,0$ m ü.m.p ja $Z_{\min}=50,5$ m ü.m.p.

Nigula sood katab 1575 vabaveelist laugast (vrd. Karmu, 1966: - 1531 laugast) üldpindalaga 59,25 ha (Tabel 5). Nigula/Järve järve vabaveelise veepeegli pindalaks saadi 20,03 ha (vrd. Karmu, 1966: - 20,2 ha) ning järve ümbermõõduks 2,6 km. Nigula sood katva kõrgusmudeli baasil leitud seitsme kõrguspolügooni analüüs näitas, et 32 % alast lasub kõrguspolügoonil 56,5-55,0 m ü.m.p. ning 24 % - kõrguspolügoonil 58,0-56,5 m ü.m.p. (Joonis 15 ja Tabel 5). Soo kõrgeima pinnakõrguspolügooniga (61,0-59,5 m ü.m.p.) on kaetud ainult 7 % alast ning madalaimad kõrguspolügoonid (52,0-50,5 ja 50,5-49,0 m ü.m.p.) katavad ainult 2,7 % alast.

Arvuliselt esineb laukaid kõige rohkem 58,0-56,5 m ü.m.p. kõrguspolügoonil – 684 laugast summaarse veepeegli pindalaga 24,5 ha e. ca 4% polügooni pindalast. Väikseima lauka veepeegli pindalaks oli 22 m² ning suurimal oli see üle 2,6 ha (Tabel 5). Ehkki laugaste arvu poolest on ka 56,5-55,0 m ü.m.p. kõrguspolügoon laugasterikas, ületavad pindalalise suhtarvu poolest teda nii 61,0-59,5 ja 59,5-58,0 m ü.m.p. kõrguspolügoonid, kus vastavad suhtarvud olid 6 % ja 3 % (Tabel 5). Tähelepanuväärne on fakt, et allpool 53,5 m ü.m.p. ei esine ühtegi laugast, kusjuures ka Järve järv jääb laugasterikkama kõrguspolügooni 56,5-55,0 m ü.m.p. alale. Seega koos Järve järvega on Nigula soo pindalast 3,3 % kaetud erinevate vabaveeliste veekogudega.

Nigula soo kõrguskihile lisatud vooluvete võrgustik näitab, et soosalal on ainult kuni neli nimetamisväärset vooluvee kanalit, millede väljavoolud ühinevad Nigula soo edelapoolses osas (Joonis 16). Eesti jõgede ja kraavide elektroonilise kataloogi järgi on nad kõik registreeritud nimetute kraavidena (Joonis 4) ehkki mitmetes refereeringutes on neist kõige idapoolsemat nimetatud Lemme jõeks (näit. Karmu, 1966; Loopmann, 1970; Raukas & Kink, 1993/94). Kokku on kraavide pikkuseks ca 11 km, kusjuures ca 5 km

sellest on Lemme jõe loodusliku ja osaliselt kraaviks õgvendatud voolusängi pikkus. Lisaks nimetatud kraavidele on Nigula soo ümbritsetud piki soo piiri rajatud kraavidega, millede üldpikkuseks on ca 17 km (vrd. Loopmann, 1970: - 17-25 km). Seega on otseselt Nigula sood drenivate vooluveesoonte üldpikkuseks 28 km.

Elektroonilise kihi pikslite (1 piksel = 24,2x24,2 m²) baasil arvatud Nigula soo pinnalangude intervall jääb 0,0° ja 1,0° vahele. Visualiseeritud pinnalangude analüüsi tulemused näitavad, et 81% e. ca 24,4 km² Nigula soost on pinnalanguga 0,0-0,3° e. kuni 0,5 cm iga horisontaalselt lasuva meetri kohta (Tabel 6 ja Joonis 17). Samal ajal on aga 500 m laiusel puhvertsoonil valdavaks pinnalanguks 0,2-0,7° e. 67 % puhvertsoonist on pinnalang 0,3-1,2 cm iga horisontaalselt lasuva meetri kohta. Elektrooniliselt modelleeritud puhvertsooni pindala on 10 km² ning 500 meetri laiuse puhvertsooni üldine pinnalangus jääb valdavalt 1,5-6,0 m vahele. Suurimad puhvertsooni pinnalangused jäävad seega Nigula soo lääneserva ning kirde- ja idaserva aladele. Siinkohal tuleb silmas pidada, et nimetatud puhvertsoon on arvatud lähtuvalt soo piirist, mille tõttu moodustub läänepoolne soorinnak näiteks kuni kolmandiku osas soo muldade poolt ning ülejäänud osa mineraalsete moodustiste poolt. Seega on Nigula soo läänepoolse soorinnaku tegelikuks languseks 9 m ning soorinnaku horisontaalse projektsiooni laiuseks 900 m, kus siis iga horisontaalselt lasuva meetri kohta on keskmine pinnalang 1 cm (Joonis 18).

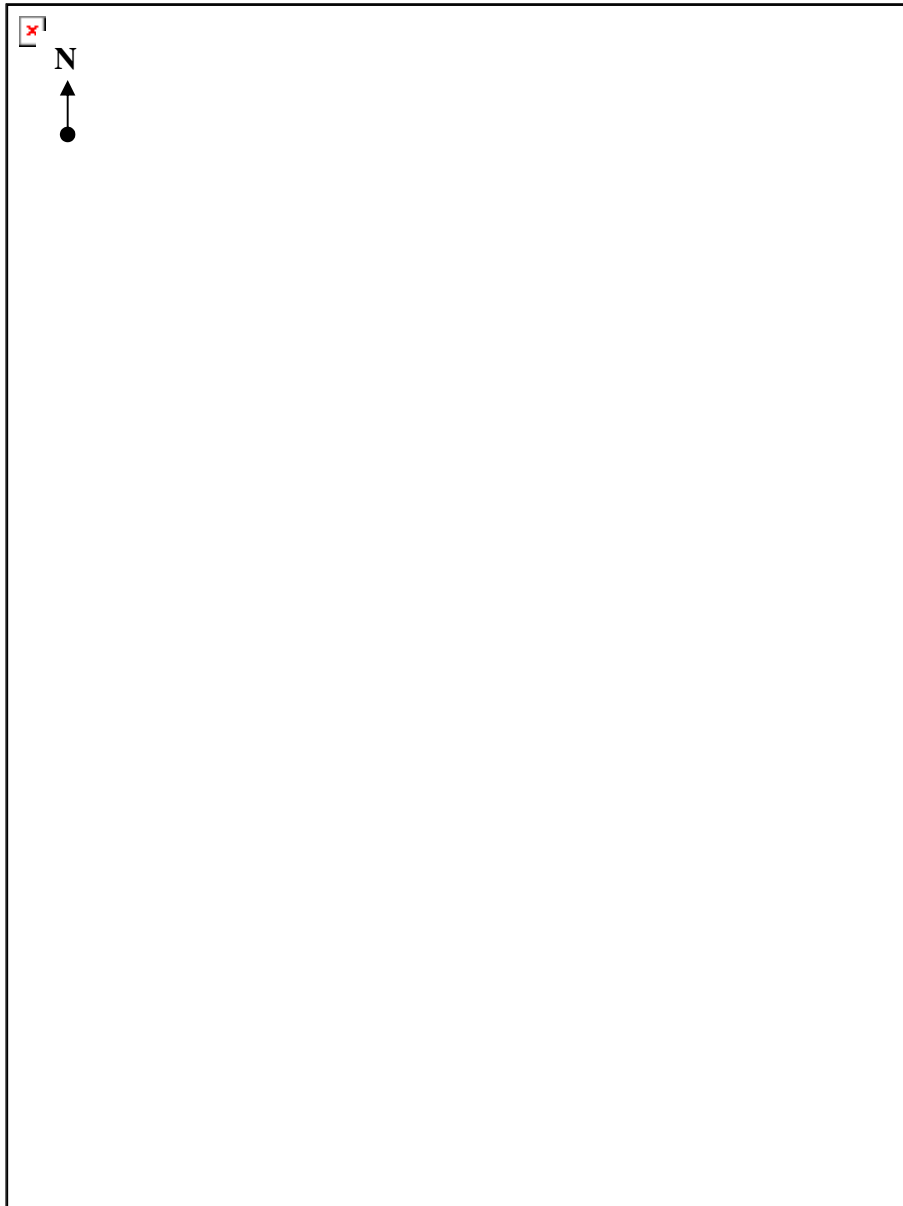
Soorinnaku kõrgeima punkti asukoht on määravaks ka Nigula soo läänepoolse veelahkme asukoha määramisel, mis siis antud juhul jääb 450 m kaugusele soo piirist e. 900 m kaugusele modelleeritud puhvertsooni piirist. Nigula soo aspektide kihi analüüs näitab, et üle kahe kolmandiku Nigula soo pinnalangudest omab kas läänepoolset (36,8 %) või lõunapoolset (31,3 %) orientatsiooni (Joonis 19, Tabel 7). Modelleeritud puhvertsoonil on aga üle 50 % orienteeritud läände. Taolise pinnalangude orientatsiooni puhul kujunes Nigula soo nn. domineeriva valgla e. Lemme jõe ülemjooksu suuruseks 13,02 km², mis moodustab Nigula soost 43 % ning mille suudmealaks on Nigula soo edelapoolne osa allpool soost väljuva kolme kraavi ühinemist Lemme jõega (Joonis 19 ja Joonis 4).

Algselt ainult aspektide kihi baasil leitud veelahkmejoone asukohta täpsustati nii Nigula soo kõrgusmudeli kui ka vooluvete võrgustiku kihtide abil. Nimetatud analüüsi tulemusena saab väita, et üle 40 % Lemme jõe ülemjooksu valglast on läänepoolse pinnalangu orientatsiooniga ning peaaegu 35 % - lõunapoolse orientatsiooniga (Joonis 19 ja Tabel 7).

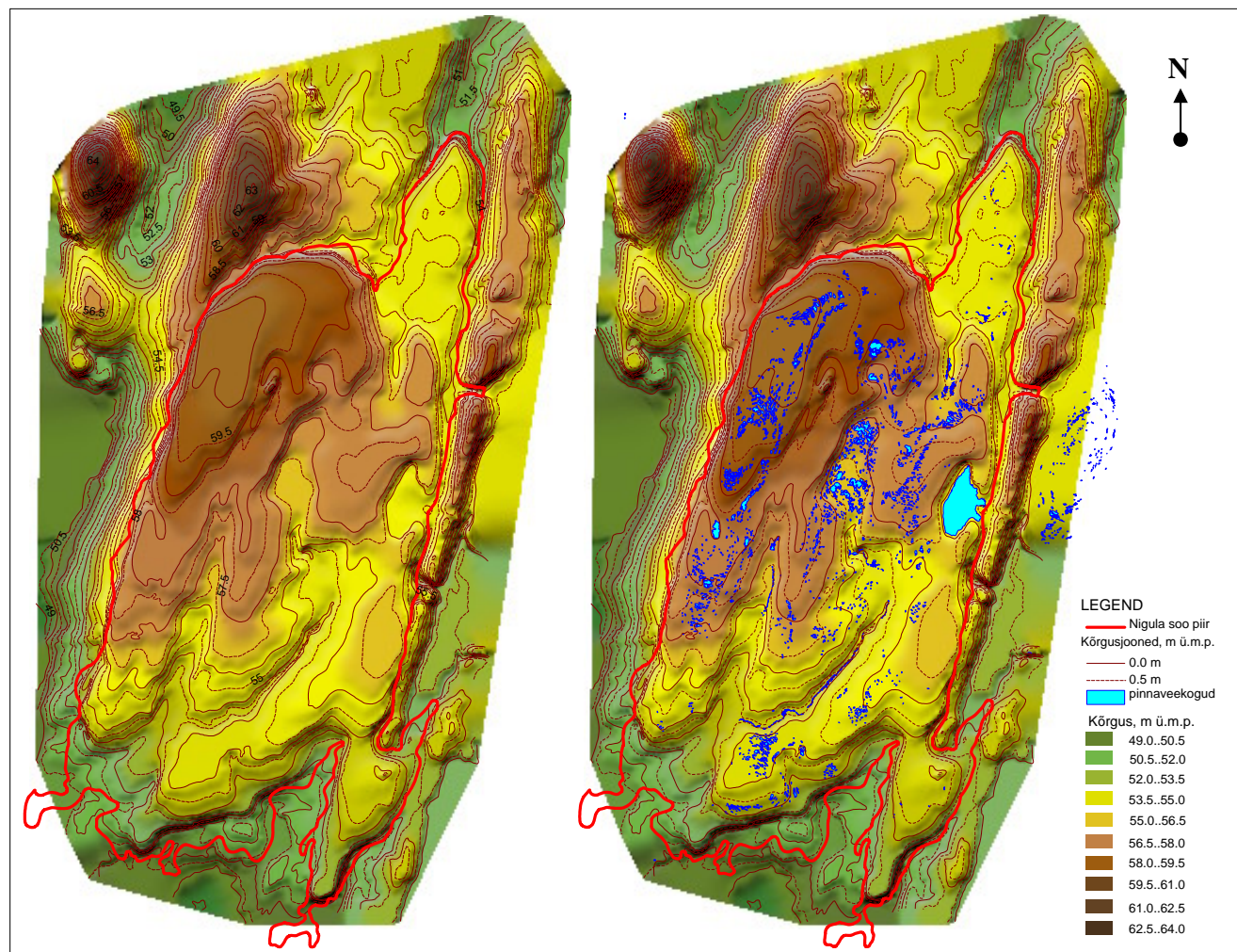
Nigula soo ristprofiil D2 näitab, et Nigula soo III massiivi e. märesoo absoluutkõrgused selle on 7-8 m madalamal võrreldes läänes asuva mineraalmaa kõrgendikega (Joonis 21). Profiilil D3 on läänepoolne soorinnak aga juba ca 6 m kõrgune, mille ülemine ca 800 m laiune Urissaare raba rabaplatoo on veelahkmealaks ka Nigula soo nn. domineerivale valglale. Nigula soo III rabamassiivi ja Nigula raba veelahkmeala asukoha määramisel olid otsustavaks soo aspektikihi pikslite valdavalt lääne-lõunasuunalise orienteerituse muutus valdavalt põhja-idasuunaliseks (Joonis 19). Ristprofiilil D4 on näha, et Lemme jõe säng asub absoluutkõrgustes kuni 2 m allpool läänepoolset soorinnakut ning kuni 1,5 m allpool idapoolset soorinnakut. Samas on peaksite väljavoolav kraav kuni üle poole meetri kõrgemal Lemme jõe sängi kõrgusest ning Urissaare raba lõunapoolset osa dreniv kraav lasub jõe sängist kuni 2 m kõrgemal. Peaksite ja Urissaare raba kraavide kõrguste vahe on kuni 1,5 m. Ristprofiililt D5 on näha, et Urissaare raba maksimaalne pinnakõrgus on ainult kuni 0,5 m kõrgemal Nigula raba rabaplatoo kõrgusest ning Lemme jõe säng lasub ainult kuni 1,5 m Urissaare raba platoost madalamal. Tuuliku raba platoo maksimaalne kõrgus on aga kuni 0,5 m allpool Nigula raba platoo kõrgust.

Nigula soo pikiprofiilidelt P1 ja P2 eraldub selgelt soo veelahkme piirkonnad põhjapoole Järve järve jaotades sooprofiilid ca 3000 horisontaalselt lasuva meetri ulatuses põhjapoole orienteerunuks ning ca 6000 horisontaalselt lasuva meetri ulatuses lõunapoole orienteerituks. Üldine pinnalangu põhjapoole orienteeritud profiiliosades on 2,5-3 m ning lõunapoole orienteeritud osades 6-7 m. Profiilil P1 eraldub selgelt ka Järve järve suhteliselt kitsas valgla piirkond. Peaksite profiilidelt M1 ja P3 on näha, et ka peaksite piirkonnas paljanduvad mineraalsaarte pinnaprofiil on ca 6000 m ulatuses orienteeritud lõuna suunas. Lemme jõe pikiprofiilide põhjal võib väita, et Lemme jõgi pigem saab oma

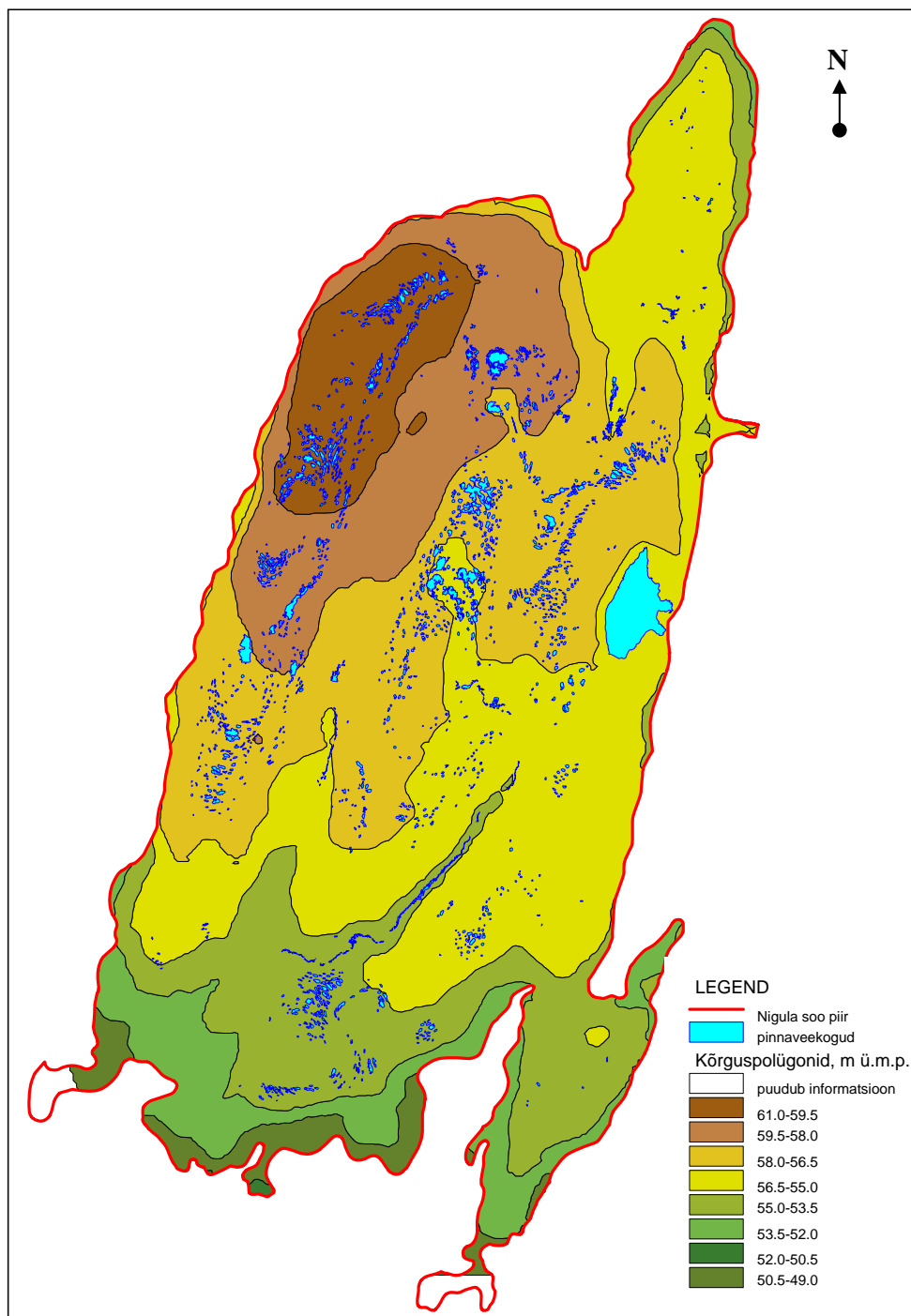
alguse Nigula raba keskel asuvast nõost (L2 profiil Joonisel 21) kui on Järve järve väljavoolusooneks (L2 profiil Joonisel 21).



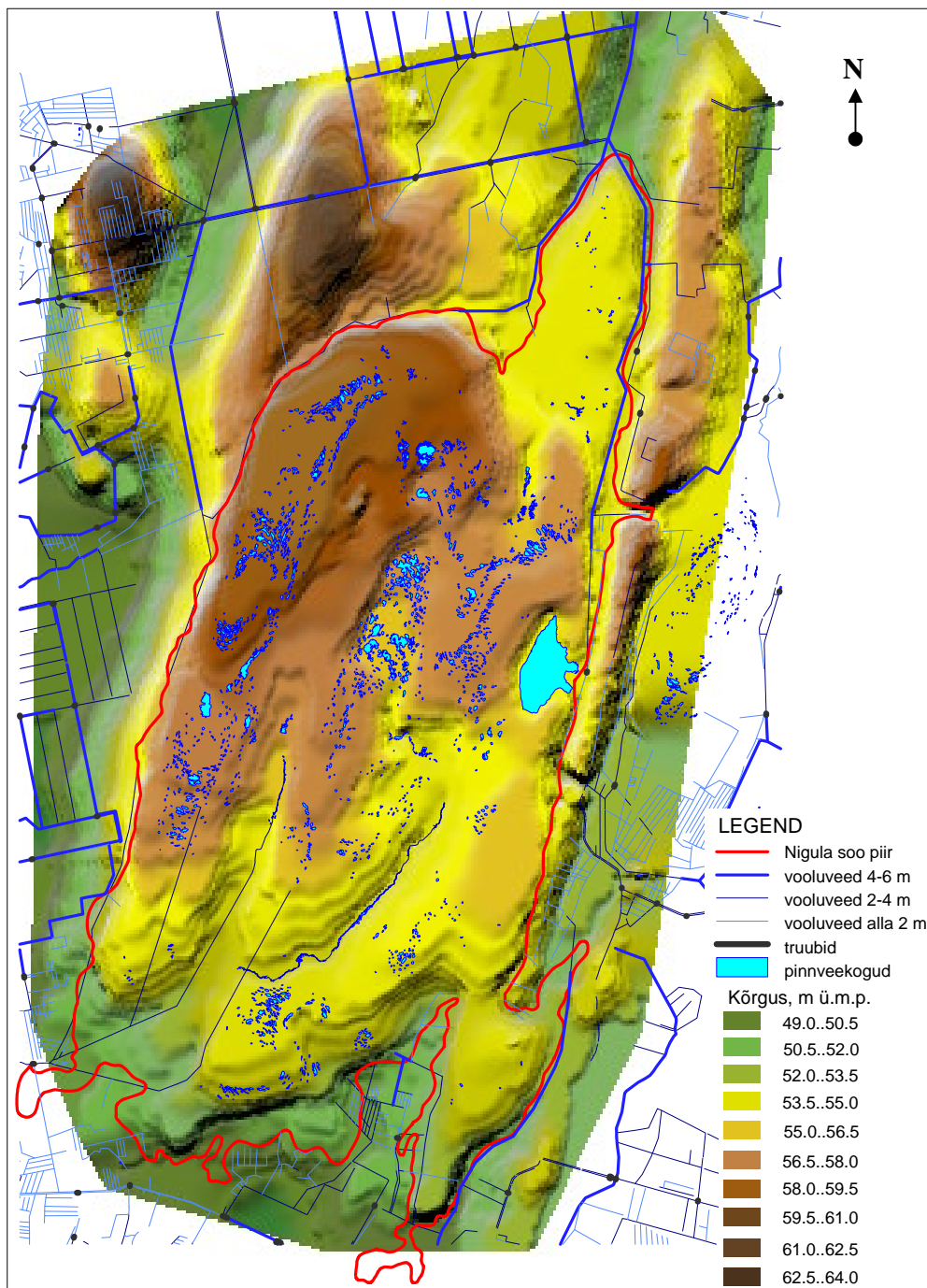
Joonis 13 Kõrgusjoonte digitaliseerimise aluseks olnud Nigula soo empiiriline kaart M1:10000 (Raukas & Kink 1993/94).



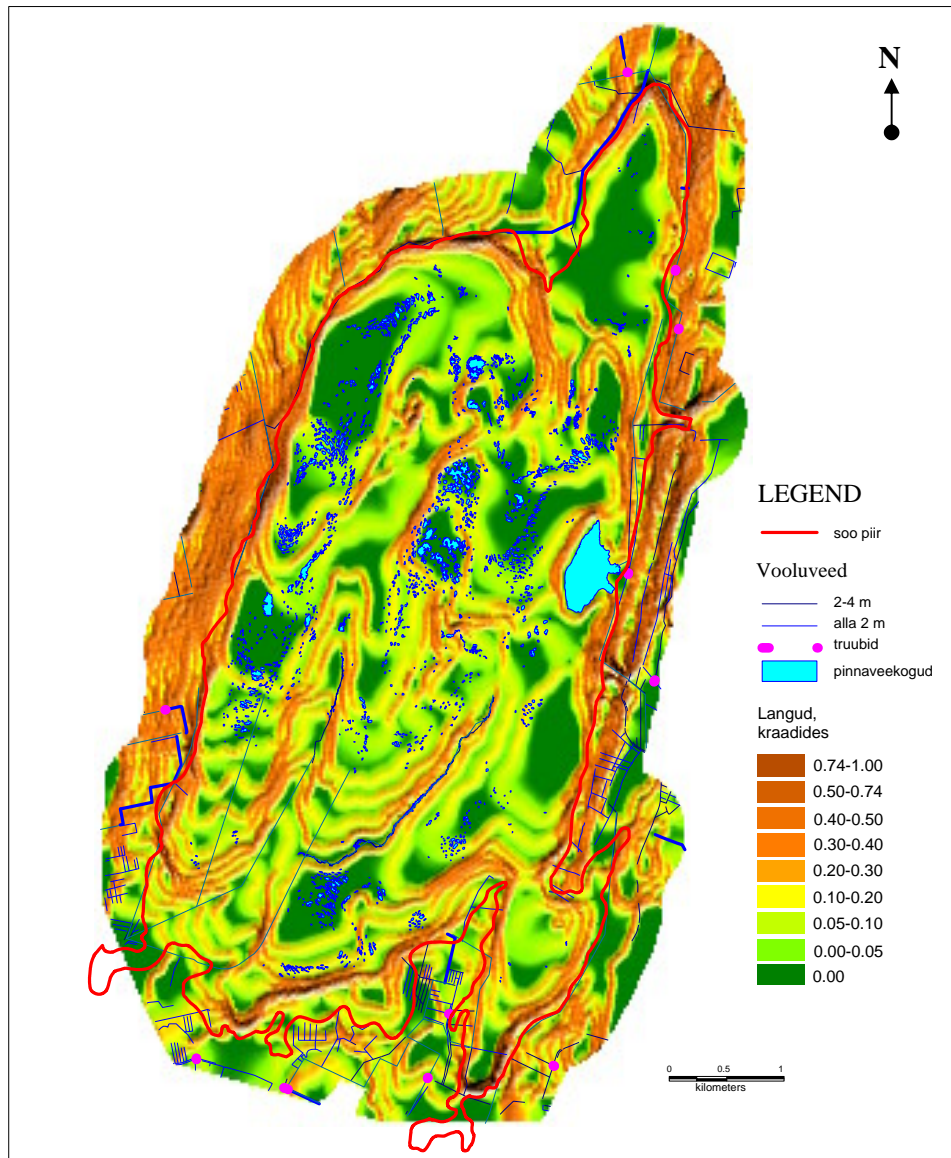
Joonis 14. Visualiseeritud Nigula soo kõrgusmodeli kihid, kus pinnaveekogude kiht on adapteeritud Pin-Matra, 2002 GIS-i andmebaasist.



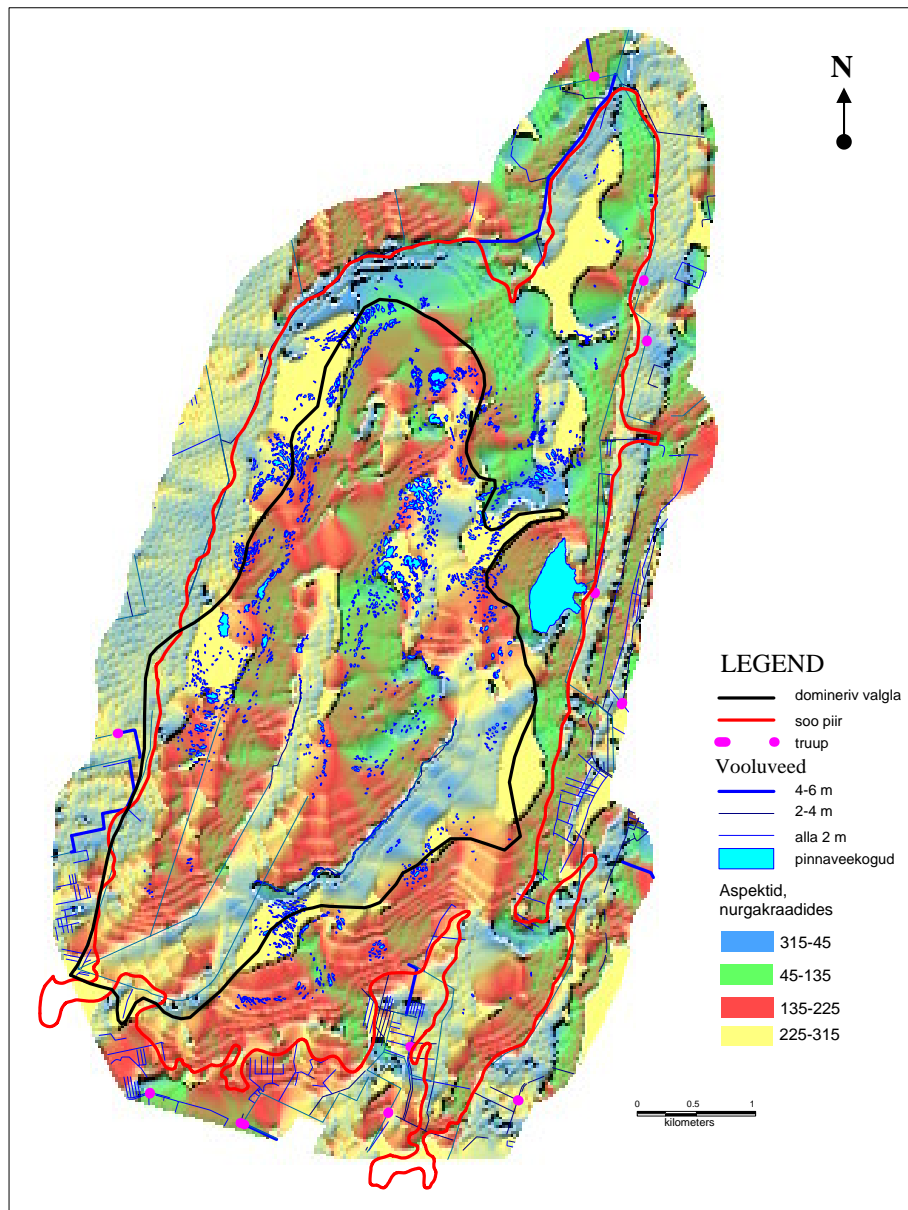
Joonis 15. Kõrguspõlõgonide ja pinnaveekogude jaotuvus Nigula soo alal.



Joonis 16. Visualiseeritud Nigula soo kõrgusmodeli kiht koos klassifitseeritud pinnavee vooluvõrgustikuga.



Joonis 17. Visualiseeritud Nigula soo pinnalangude kiht.



Joonis 19. Nigula soo aspektide kihil visualiseeritud nn. domineeriv e. Lemme jõe ülemjooksu valgla.

Tabel 5

Nigula soo pinnamoe ning pinnaveekogude (ilma Nigula/Järve järveta) pindalaline jaotuvus kõrguspolügoonide vahel

Kõrguste intervall, m ü.m.p.	Kõrguspolügoonid		Pinnaveekogude arv, n	Pinnaveekogude pindala				
	pindala, ha	% Nigula soo pindalast		min., m ²	maks., ha	summa, ha	keskmine, m ²	% kõrguspolügoonist
61,0-59,5	157	6,5	237	25	0,35	9,43	398	6,0
59,5-58,0	295	12,3	210	7	1,64	9,61	458	3,3
58,0-56,5	566	23,6	684	22	2,62	24,49	358	4,3
56,5-55,0	757	31,6	266	20	1,41	10,10	380	1,3
55,0-53,5	370	15,4	178	17	0,64	5,62	316	1,5
53,5-52,0	172	7,2						
52,0-50,5	63	2,6						
50,5-49,0	2	0,1						
Info puudub	18	0,8						
Summa	2399	100,0	1575			59,25		
Keskmine							382	2,5

Tabel 6

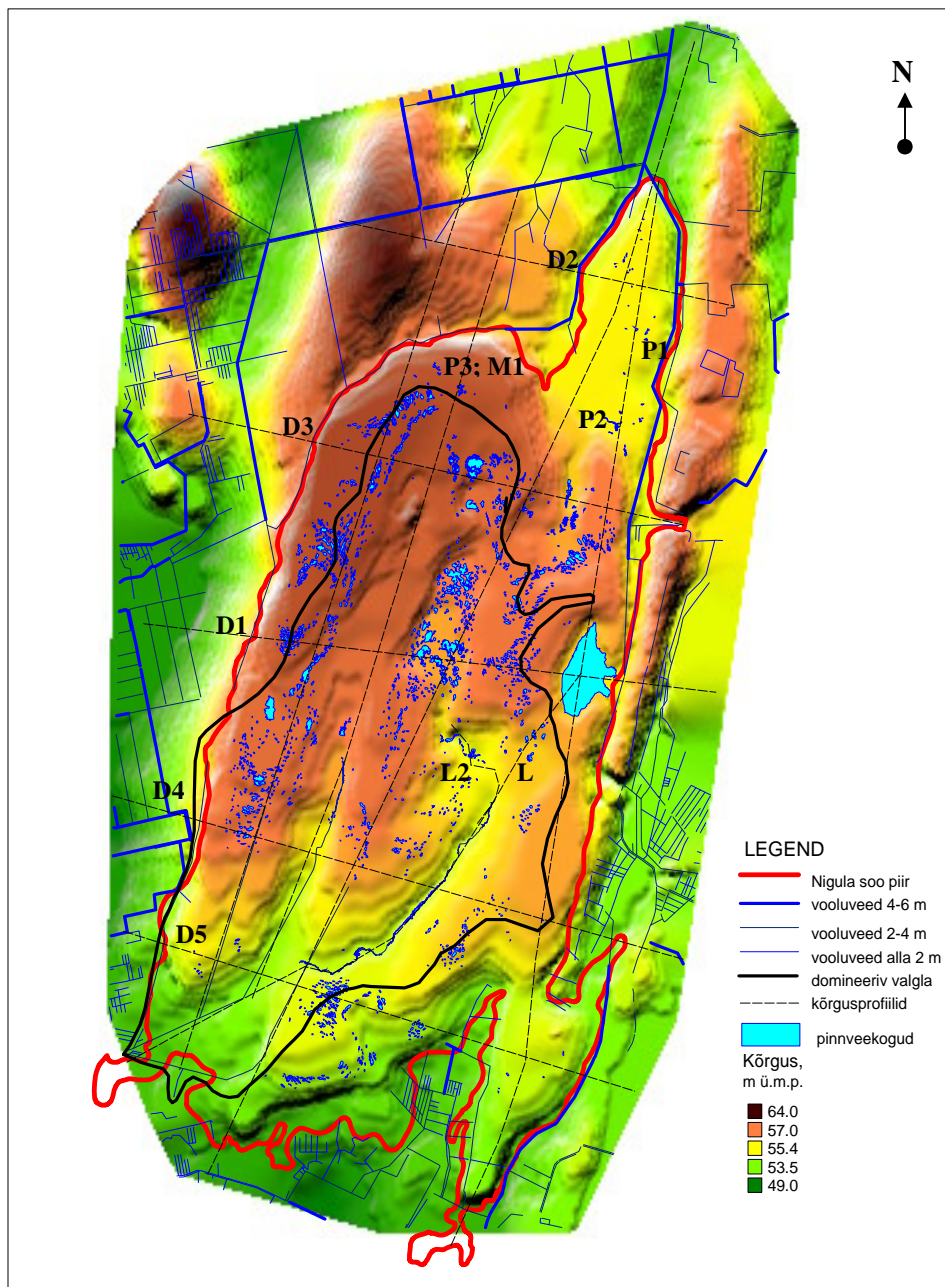
Langude pindalaline jaotus Nigula soos ja teda ümbritsevas 500 m laiuses puhvertsoonis

Langu intervall, nurgakraadides (cm/m)	Nigula soo		Puhvertsoon	
	km ²	%	km ²	%
-0,00	3,45	11,5	1,15	11,5
0,00-0,05 (0-0,0008)	5,55	18,5	0,25	2,5
0,05-0,10 (0,0008-0,002)	5,10	17,0	0,30	3,0
0,10-0,20 (0,002-0,003)	6,39	21,3	0,93	9,3
0,20-0,30 (0,003-0,005)	3,93	13,1	1,23	12,3
0,30-0,40 (0,005-0,007)	2,28	7,6	2,00	20,0
0,40-0,50 (0,007-0,009)	1,47	4,9	1,69	16,9
0,50-0,74 (0,009-0,013)	1,11	3,7	1,81	18,1
0,74-1,00 (0,013-0,017)	0,51	1,7	0,81	8,1
>1,00 (>0,0017)	0,21	0,7	-0,17	-1,7
Kokku	29,99	100,0	10,00	100,0

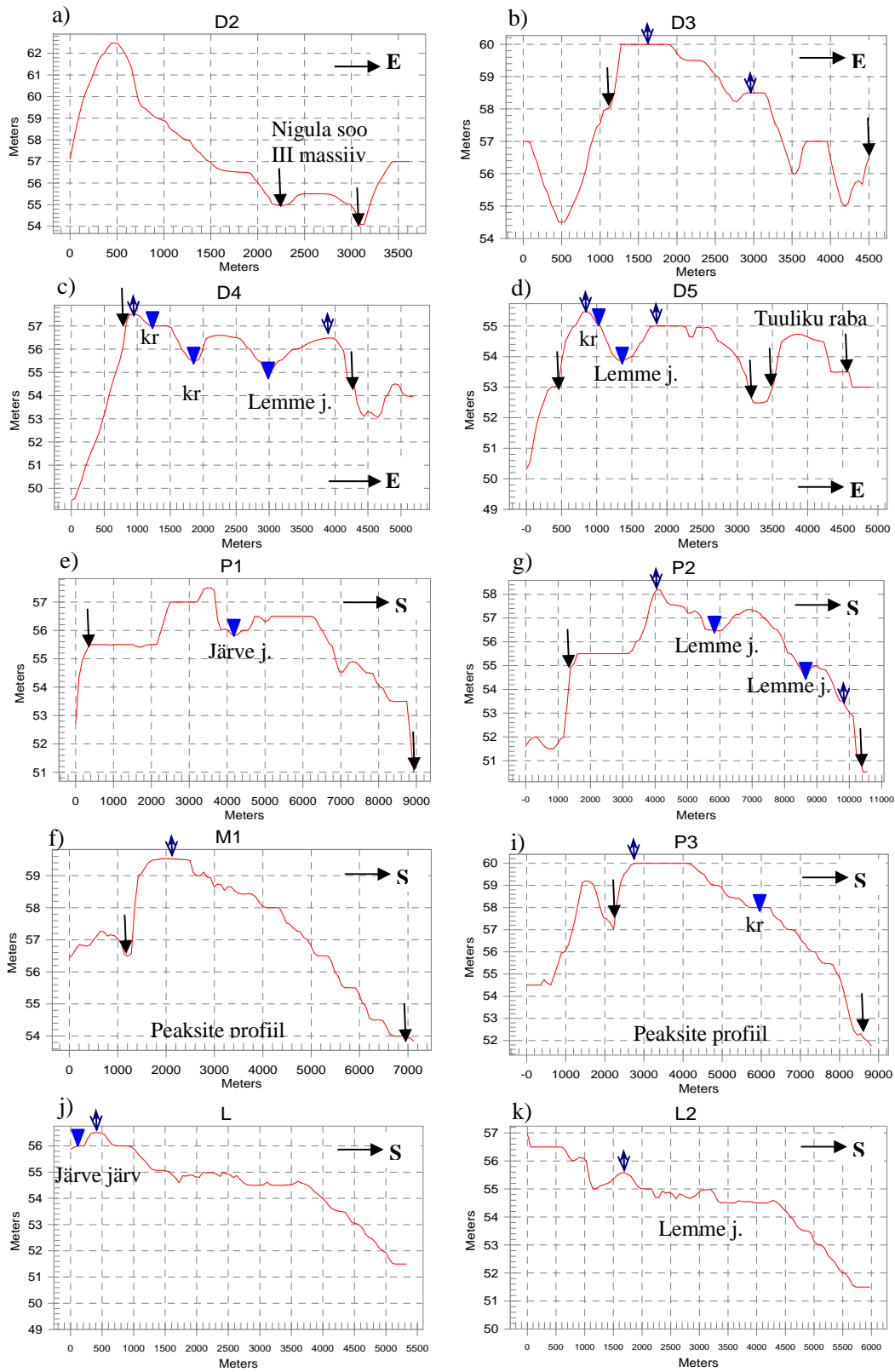
Tabel 7

Aspektide pindalaline jaotus Nigula soos, teda ümbritsevas 500 m laiuses puhvertsoonis ja domineerival valglal

Aspekti intervall, nurga kraadides	Nigula soo		Puhvertsoon		Domineeriv valgla	
	km ²	%	km ²	%	km ²	%
315-45	3,06	10,2	1,62	16,2	1,02	7,8
45-135	6,50	21,7	1,65	16,5	2,15	16,5
135-225	9,39	31,3	1,61	16,1	4,49	34,5
225-315	11,04	36,8	5,12	51,2	5,36	41,2
Kokku	29,99	100,0	10,00	100,0	13,02	100,0



Joonis 20. Elektrooniliselt analüüsitud Nigula soo profiilide asukohad.



Joonis 21. Olulisemad Nigula soo profiilid. Profiilide asukohad vt. Joonis 20 ning tähised vt. Joonis 18.

ka maastikulis-hüdrooloogiliselt tundliku piirkonna vooluvete võrgustikule hinnangu andmisel. Seega on antud juhul teedevõrgu poolt mõjutatud, kuid Nigula soost alguse saavad vooluveed võimalik koondada üheksasse alamvalglasse, millest kõige suurem on 21,6 km² ning kuulub Lemme jõe ülemjooksule, sellele järgnevad 19-17 km² suurused Ura jõe ning Rannametsa jõe valglate ülemjooksud (Tabel 8).

Sood ümbritsevate valglaosade reguleerituse hindamisel selgus, et kõige tihedama vooluvete süsteemiga on Priivitsa oja ülemjooks, kus kraavituse tihedus on 8,6 km kraave ühe km² kohta. Sellele järgnevad Häädemeeste jõe ning väljapoole Nigula soo piiri oleva Lemme jõe vahejooks – ca 7 km/km². Ura jõe ning Kõveri ja Nepste oja ülemjooksude reguleerituse astmeks on ca 5 km/km²(Tabel 9).

Lähtudes elektrooniliselt analüüsitud teede ja vooluvete võrgustikust ning Nigula soo kolmedimensioonilisest mudelist, joonestus Nigula soo hüdrooloogilise režiimi kaitseks kaks olulist kaitsetsooni (Joonis 23). I hüdrooloogiline kaitsetsoon pindalaga 23,8 km² haarab enda alla enamuse Nigula soo piiriga piiritletud alast. GIS-i põhiselt arvatud I-sse tsooni jäävate vooluvete üldpikkuseks tuli ~32 km, moodustades seega ala vooluvete võrgustiku tiheduseks 1,3 km kraave km² kohta. II hüdrooloogilise kaitsetsooni üldpindalaks joonestus 27,0 km², kuid vooluvete tiheduseks selles tsoonis saadi 5,4 km kraave km² kohta.

Põhimõtteliselt võiks soovitada luua kõikidele I hüdrooloogilisse kaitsetsooni rajatud kraavidele veetõkendid ning valikuliselt ka II kaitsetsooni jäävatele kraavidele. Kuna aga tegelik kraavide situatsioon ja funktsioon nii II-s kui ka osaliselt I-s tsoonis antud hetkel on teadmata, siis tõepärast veetõkendite rajamise planeerimist antud hetkel saab alustada ainult Urissaare ja Nigula raba lõunaosas paiknevatele kraavidele ja veesoontele. Nii näiteks oleks võimalik Lemme jõe valgla piiridesse jäävate aktiivselt funktsioneerivate kraavide ca 14 km kogupikkust veetõkendite rajamisega vähendada ligi 60 %, mis vähendaks valgla otsest drenituse astet 1,1-st km/km² kohta 0,4 km/km² kohta. Järgi jääv drenituse aste peaks olema piisav looduslike veesoonte jätkusuutlikuks

funktsioneerimiseks samaaegselt sooveetaseme tõusuga veetõkenditega kraavipiirkondades (Joonis 23).

Tabel 8

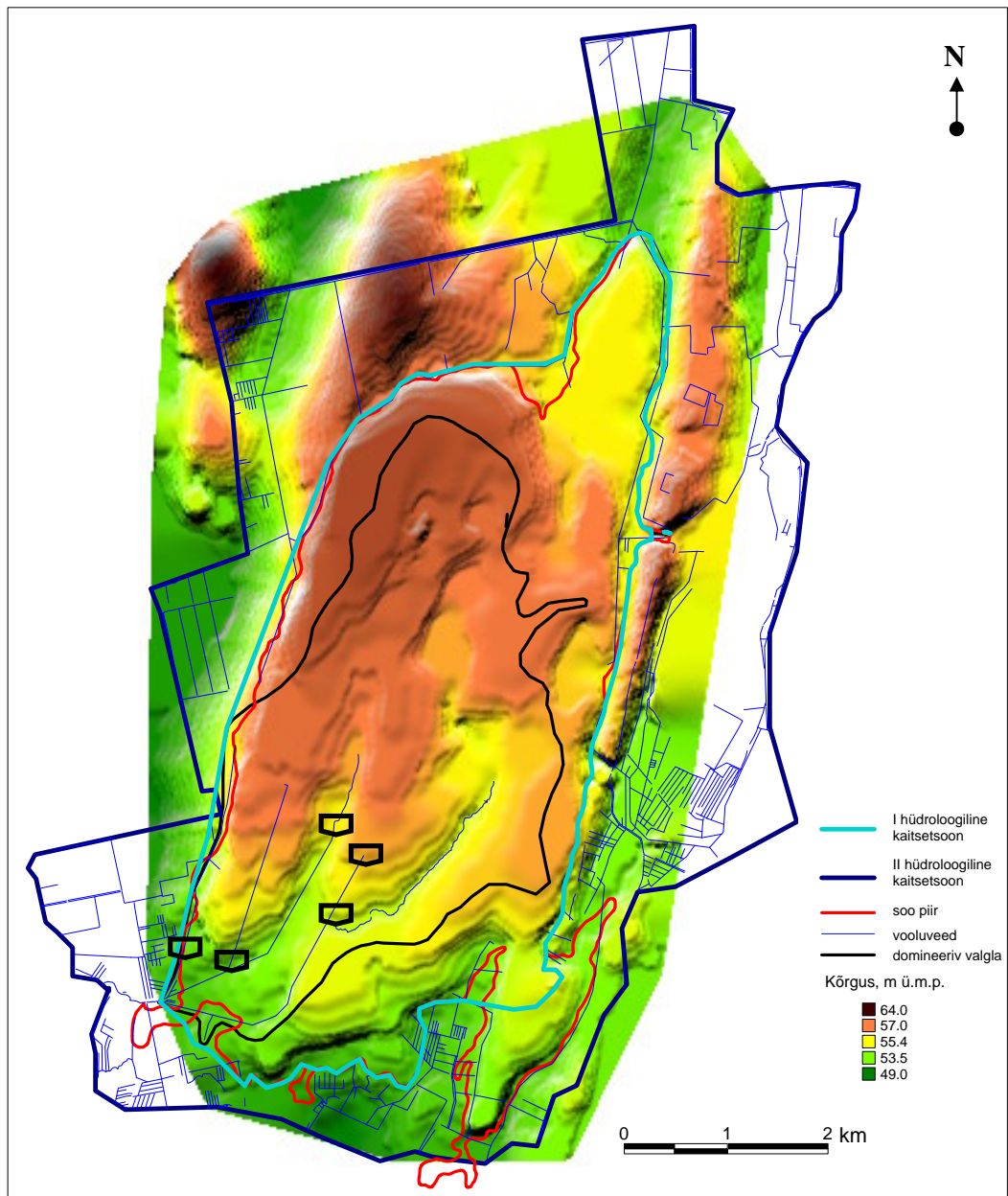
Nigula sooga vahetult ühenduses olevad vooluveed ja vastavad valgjad (vt. ka Joonis 22)

Nimi	Nigula sooga vahetult ühenduses oleva vooluvee		Eesti jõgede ja kraavide nimekirjas oleva vooluvee	
	valgla pindala, km ²	pikkus, km	valgla pindala, km ²	pikkus, km
Ura jõgi	19,07	11,8	187,0	50,0
Kõveri oja	8,23	6,7	16,6	14,0
Rannametsa jõgi	17,51	11,5	173,0	31,0
Nepste oja	10,57	7,8	15,8	10,0
Arakaoja	10,40	8,9?	23,5	17,0
Häädemeeste jõgi	10,75	5,5	67,6	18,0
Priivitsa oja	5,68	4,5	21,2	11,0
Lemme jõgi	21,57	8,6	56,8?	23,0?
sh.:				
väljaspool soo piiri	8,55	4,0		
seespool soo piiri	13,02	4,6		
Pužupe jõgi	7,28	3,0	20,4?	14,0?
Kokku	111,06	68,3	581,9	188,0

Tabel 9

Nigula sooga vahetult ühenduses olevate valglate reguleeritus (vt. ka Joonis 22)

Nimi	Nigula sooga vahetult ühenduses oleva vooluvee		
	valgla pindala, km ²	pikkus, km	valgla reguleeritus, km/km ²
Ura jõgi	19,07	94,8	5,0
Kõveri oja	8,23	38,6	4,7
Rannametsa jõgi	17,51	105,4	6,0
Nepste oja	10,57	49,7	4,7
Arakaoja	10,40	50,0	4,8
Häädemeeste jõgi	10,75	78,1	7,3
Priivitsa oja	5,68	49,0	8,6
Lemme jõgi	21,57	76,0	3,5
sh.:			
väljaspool soo piiri	8,55	61,6	7,2
seespool soo piiri	13,02	14,4	1,1
Pužupe jõgi	7,28	25,3	3,5
Kokku	111,06	565,8	



Joonis 23. Nigula soostiku hüdrololoogiliste kaitsetsoonide paiknevus, kus I hüdrololoogiline kaitsetsoon = Nigula soo kaitsetsooniga ja II hüdrololoogiline kaitsetsoon = Nigula soostiku kaitsetsooniga.

3.5. Välitööd

Ühepäevane Urissaare raba uuring viidi läbi kahel ristprofiilil ning mõõtmisi teostati kokku 17-nes punktis (Lisa 4). Profiilide pikkuseks oli 40 m; 20 m ida-lääne suunas mõlemale poole kraavi. Profiilide vaheline kaugus oli ca 80 m. Mõlema profiili pinnaloodimised näitasid kraavi vahetus läheduses soopinna 20-60 cm sügavust depressioonilohku. I ristprofiili ulatuses oli keskmiseks pinnalanguks 1 cm 10 m kohta ning lõunapoolsel II profiilil oli see 3 cm 10 m kohta. Ristprofiilide kalded kraavi suunas ei olnud kogu profiili ulatuses ühtlaselt lineaarsed - suurim pinnalang esines esimese 10 m meetri ulatuses mõlemale poole kraavi (Lisa 5 ja Tabel 10).

Ehkki sooveetase langes kraavist kaugenedes kuni 60 cm-ni allapoole soopinda, esines ka sooveetasemes depressioonilehter suunaga kraavi poole. Nii oli see sügavusega kuni 20 cm põhjapoolsel e. I ristprofiilil ning kuni 60 cm lõunapoolsel e. II profiilil (Lisa 5). Mõõtmise päeval oli soovee depressiooni lehtri miinimum tasemeks veetase kraavis.

Turbakihi paksus I ristprofiili ulatuses varieerus 3,3-4,7 m vahel ning II ristprofiili ulatuses oli see 3,2-3,8 m. Suhteliselt tüsedas turbakihi profiilis, kuid umbes 70 cm sügavuses vees oli kraavipõhi raskesti hoomatav (Foto 8). Pinnavee temperatuur mõõtmishetkel oli keskmiselt 19°C, kuid kuni 60 cm sügavuses pinnases oli see kuni 4°C madalam. Pinnavee keskmine elektrijuhtivus oli 50 µS/cm ning kuni 60 cm sügavusel lasuval pinnaseveel oli see 100 µS/cm (Tabel 10).

Hinnanguline vee äravool kraavis oli keskmiselt 27 l/s e. ~2330 m³/päevas. Ehkki kraavi kaudu formeeruva äravoolu tegelik aastasisene miinimum- ja maksimumperioodide jaotus ning kogused on teadmata, võiks hinnanguliselt pakkuda, et püsiva äravoolu 27 l/s korral viiakse kolme suvekuuga (juuni-august) kraavi kaudu soost välja ca 210x10³ m³ vett. Arvestades, et viimaste aastate suvekuude sademete summaks on keskmiselt 220 mm ning et kraavi valglaks on 0,74 km² (GIS-i põhine pindala), saame suvekuudel keskmiseks kraavivalglale langevaks veekoguseks ca 163x10³ m³. Kuna ca 60 % maapinnale langevast sademete kogusest läheb kaduma evapotranspiratsiooni kaudu, siis jääb potentsiaalseks äravoolu koguseks valglalt ca 98x10³ m³ sademeid. Arvestades aga

kolmest suvekuust äravoolu formeerumise mõttes ühe kuu miinimum kuuks (äravoolu soost ei toimu), siis saame kraavi kaudu väljavoolava vee koguseks suvekuude jooksul $140 \times 10^3 \text{ m}^3$ vett, mis ületab igal juhul valglale langevate sademete kogused kuni 30 %.

Tabel 10

Koondtabel Urissaare raba uuringuprofiilides määratud näitajate kohta, 11.07.2004
(skeem Lisas 4)

Näitaja	Mõõtmispunkt								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
I ristprofiil									
Suhteline maa-pinna kõrgus, m		0,15	0,23	0,00	-0,00	0,13	0,22		
Soovee tase all-pool soopinda, -m	-0,04	-0,10	-0,16	0,35	-0,73	-0,16	-0,34	-0,25	
Turba tüsedus, m		4,38	3,34	4,15	3,38	4,66	3,47		
Veetemperatuur, °C:									
pinnavesi	17,9			18,1					17,4
lasundisisene vesi	15,4	13,6	14,6	16,8	16,7	15,0	16,3	15,2	
pH:									
pinnavesi	3,9			4,1					3,9
lasundisisene vesi	3,9	3,8	3,7	3,8	3,8	3,8	3,6	3,8	
Elekstrijuhtivus, µs/cm:									
pinnavesi	40			41					
lasundisisene vesi	108	81	135	87	92	114	144	95	
I ristprofiil									
Suhteline maa-pinna kõrgus, m		0,60	0,47	0,00	0,61	0,66	0,77		
Soovee tase all-pool soopinda, -m		-0,13	-0,04	0,00	0,03	-0,09	-0,10		
Turba tüsedus, m	3,69	3,25	3,75	3,16	3,80	3,75	3,75	3,50	3,45
Veetemperatuur, °C:									
lasundisisene vesi	14,3	12,2	14,8	19,2	13,0	16,9	14,7	15,3	19,4
pH:									
lasundisisene vesi	3,4	3,4	3,4	3,6	3,6	4,0	4,0	3,3	3,9
Elekstrijuhtivus, µs/cm:									
lasundisisene vesi	63	64	58	57	49	50	49	74	61

Seega näitavad nii GIS-i põhine maastikuline analüüs kui ka hinnanguline veebilansi arvutus, et tänu selliste kraavide olemasolule on Nigula soo lõunaosa pidevaks äravoolu formeerijaks, mille tulemusena toimub aeglane soovee taseme langus alal. Soovee taseme langusega kaasneb turbakihi vertikaalne tihenemine/vajumine, millele järgneb aga kas

äravoolu moodustava valgla horisontaalne laienemine olemasoleva soomassiivi piires või kui ka intensiivsem lasundisese vee väljavool suunaga suurema langu poole Nigula soo edelapoolses nurgas.

Kokkuvõtteks

Lähtudes Nigula soo erinevaid aspekte käsitlevast kirjandusest (vt. Nigula raba käsitlev kirjandus), refereeringute põhjal üldistunud soo maastikulis-hüdrooloogilisest arengust (vt. 1. ptk.) ning käesoleva töö raames läbi viidud soomaastiku GIS-i põhiseist analüüsist (vt. 3. ptk.) võib kokkuvõtvalt refereerida järgnevat:

1. Mullastiku järgi kuuluvad *Nigula soostikku* neli suuremat raba: Urissaare, Nigula, Tuuliku ja Ruunasoo raba. Kuna Nigula soostiku areng on määratletud piirkonna mineraalmaa pinnavormist ning hüdrogeoloogilistest tingimustest, siis peaks kirde-loode suunaliselt orienteeritud Tuuliku voor samuti kuuluma soostikku, analoogselt „Nigula soo alla mattunud” voortega.
2. Kuna Tuuliku voor jagab Nigula soostiku näiliselt kaheks teineteisest sõltumatuks soomaastikuks, tuleks korrektsuse mõttes *Nigula soo* mõistet kasutada terviklikult Tuuliku voorest läänepool asuva sooala kohta, millesse kuuluvad nii Urissaare, Nigula kui ka Tuuliku raba. Ehkki Urissaare ja Nigula raba on Nigula soo põhjapoolses osas ühinenud üheks rabamassiiviks, oleks ilmselt vajalik selle piirkonna arengulooline materjal veel kord üle vaadata ning täpsustavad paleouuringud läbi viia. Seda eriti selle piirkonna „võtmerolli” tõttu kogu Nigula soo vooluvete valgjalisele jaotusele. Ühtlasi vajaksid täpsustust ka selle piirkonna mõju all olevate Kõveri oja, Rannametsa jõe ja Nepste oja ülemjooksude valgjaline jaotus ning toime äravoolude formeerumisele. Ehkki Raukas & Kink (1993/94) näitasid, et Rannametsa ülemjooksu kaudu toimub Nigula soost suurim pinnavete väljavool, on andmestik liiga napp pinnavee väljavoolu reguleerimiseks vajalike meetmete (kui need osutuvad vajalikuks) rakendustepanekute tegemiseks. Erilist tähelepanu võiks pöörata ka piirkonnas asuvale märesoo e. Nigula soo III rabamassiivi (Loopmann, 1970 järgi) arengule ja funktsioneerimisele.

3. GIS-i põhise analüüsi tulemusena saab väita, et kogu Nigula soostiku pindalaks ilma Tuuliku vooreta on 26,28 km², ümbermõõduks – 45,85 km, millest Nigula soo alla jääb 23,99 km² vastava ümbermõõduga – 36,00 km. Nigula soo pikiprofiilidest pikim asub Tuuliku voore taga – 9,39 km ning lühimaks pikiprofiiliks osutus Nigula soo lääneserv – 7,06 km. Ruunasoo raba katab 2,29 km² ning tema tegelik ümbermõõt on 9,30 km. Nigula soo laius tema keskosas on 3,3 km ning Ruunasool on see 0,9 km.
4. Käesoleval ajal on Nigula soos 1575 vabaveelist laugast ja laugasjärve ning üks järv. Järve järve veepeegli pindalaks on 20,03 ha ning laugastike summaarseks veepeegli pindalaks on 59,25 ha. Seega on koos Järve järvega 3,3 % Nigula soost kaetud vabaveeliste veekogudega.
5. Kõrgusmudeli analüüs näitas, et Nigula soo piiridesse jääva ala absoluutkõrgused jäävad 61-49 m vahele ü.m.p. Üle poole alast lasub 55-58 m kõrgusel ü.m.p. Selles kõrgusvahemikus asub ka pool soos olevatest laugastikest. Tõenäoliselt oleks laugaste arengu muutuste täpsem interpreteerimine potentsiaalseks soo hüdroloogiliste tingimuste näitajaks. Käesoleva töö raames läbiviidud uuringu baasil on raske hinnata soosalal veega „varustusega” toimunud muutusi või muutuste trende. Nimetatud probleemi üheks lahendiks oleks „foonilaugaste” seirevõrgustiku loomine Nigula soosse (Nigula soo põhja-, kesk- ja lõunaosasse, ning Urissaare keskosasse); eesmärgiga jälgida pinnavee muutusi ja selle mõju ulatust Nigula soos.
6. Ehkki käesoleva töö üheks väljundiks olid ettepanekud kahe hüdroloogilise kaitsetooni loomiseks, tuleb siinkohal silmas pidada, et tehtud ettepanekud põhinevad olemasolevatel elektroonilistel andmebaasidel. Ainuüksi andmebaasides leiduva vooluvete võrgustiku analüüsimisest on selge, et andmebaasides sisalduv piirkonna vaglaline jaotus on ebakorrekne (vt. Lisa 2). Valglate piiride täpsustamist tuleks initsieerida Nigula sood ümbritsevate kraavisüsteemidest ja teedevõrgust ülevalte tegemine ja seda vähemalt käesolevas töös pakutud II hüdroloogilise tsooni ulatuses.
7. Arvesse võttes Nigula soo kui maastiku üldist pinnamoodi ja selle orienteeritust, tundub Nigula soo edelanurka koonduvate vooluvete võrgustiku kuivendav mõju

- rabale olema kõige selgemini avalduv. Seega saaks just selle piirkonna vooluvete võrgustikule veetõkendite rajamisega kaitsta/parandada Nigula soo hüdroloogilist režiimi. Kuid ka selle piirkonna kraavidele tuleks luua äravoolu muutuste mõõtmisteks vastav süsteem, mille tulemuseks oleks vähemalt 2-3 aastased hüdrograafid; soovitatavalt kolmes lävendis – Lemme jõe ülemjooks ülalpool soost väljuvat kraavi (vt. Joonis 23), peaksitest väljuval kraavil ning endises Raukas & Kink (1993/94) poolt kasutatud Lemme jõe lävendi punktis 4 (vt. Joonis 5).
8. Teistele Nigula sood ümbritsevatele kraavisüsteemidele veetõkendite rajamine sõltub vastavate süsteemide monitooringu tulemustest.
 9. Nigula soo on hüdroloogiliselt võttes veelahkme soo, kust saavad alguse mitmed ümbruskonna pinnavee süsteemid. Kuna aga sellise soo nagu seda on Nigula soo tüüphüdrograafis peaksid kindlasti esinema miinimumperioodid, kus äravoolu ei toimu, tuleks kindlasti läbi viia ka sood ümbritsevate vooluvete võrgustiku pinnavee ärajuhtimise võime monitooring, st. leida nn. aktiivsed ja passiivsed äravoolude formeerijad kevad- ja suvekuudel.
 10. Tänu suurenenud metsastumisele soo alal (visuaalsed tähelepanekud), tuleks alal läbi viia täpne puude kasvuga ja sellega seotud pinnavee režiimi muutuste uuringud.
 11. Erinevate režiimimuutuste uuringute õigsuse tagamiseks peaks piirkonnas olema kindlasti loodud päevaste sademete registreerimise süsteem, soovitatavalt koos õhutemperatuuride registreerimisega.

Kasutatud kirjandus

Anon 1. Welcome to Nigula.

Ainsaar, A.-M. 1957. Nigula looduskaitseala flora ja vegetatsioon. *Diplomitöö*. TRÜ, Tartu, 75 lk.

Karmu, L. 1966. Nigula Riikliku Looduskaitseala füüsilis-geograafiline ülevaade. *Diplomitöö*. TRÜ, Tartu, 110 lk.

Kolla, E. 1982. Peaksid piiramisrõngas. *Eesti Loodus* 11: 712-719.

Lode, E., Sagris, V. & Ilomets, M. 2001. GIS estimation of mire massif development. Doktoritöö väitekiri: *Natural Mire Hydrology in Restoration of Peatland Functions*. *Silvestria* 234.

Loopmann, A. 1971. Hidrograafitšeskoe opisanie bolot Nigula i Ruunasoo (Soosaare). Tallinn, 49 lk.

Loopmann, A. 1970. *Nigula raba. Nigula Riiklik Looduskaitseala*, Tallinn, 36 lk.

Loopmann, A., Pirrus, R., Ilomets, M. 1988. Nigula Riiklik Looduskaitseala. U. Valk (toim.) *Eesti sood*. Valgus, Tallinn: 227-233.

Orru, M. 1992. Eesti turbavarud. V. Kalm (toim.). RE Eesti geoloogiakeskus, Tallinn.

Pin-Matra, 2002. Integrated Wetland and Forest Management in the Transborder area of North Livonia" PIN/MATRA 2002/014.

Puura, V., Raukas, A., Kink, H. 1992. *Vee seisundi kompleksne ökoloogiline hinnang kaitsealadel* (lepinguline töö). Eesti TA Geoloogia Instituut. Tallinn, 16 lk.

Puura, V., Raukas, A., Kink, H. 1990. *Vee seisundi kompleksne ökoloogiline hinnang kaitsealadel* (lepinguline töö). Eesti TA Geoloogia Instituut. Tallinn, 45 lk.

Raukas, A. & Kink, H. 1993/94. *Veeseire kaitsealadel (1978 – 1992)*. Nigula RLKA. Lepinguline uurimistö nr.7. Eesti TA Geoloogia Instituut. Tallinn, 48 lk.

Nigula soostikku käsitlev kirjandus

- Aaviksoo, K., Ilomets, M., Zobel, M., 1993. Dynamics of mire communities: a markovian approach (Estonia). B.C. Pattern, S.R. Jorgenses, H. Dumont (eds.) *Wetlands and Shallow Continental Water Bodies*, V. 2, 23-43. The Hague.
- Ader, A. 1997. Retk juulikuise raba keskpäeva ja südaöösse. *Eesti Loodus* 7: 274-276
- Ader, K. 1997. Nigula 40. Looduskaitseala – teadusasutus ja turismiobjekt. *Eesti Loodus* 7: 277-278.
- Ainsaar, A.-M. 1957. Nigula looduskaitseala flora ja vegetatsioon. *Diplomitöö*. TRÜ, Tartu, 75 lk.
- Allikvee, H., Masing, V. 1988. Edela-Eesti suurrabade valdkond. U. Valk (toim.) *Eesti sood*. Valgus, Tallinn: 257-261.
- Andresmaa, E. 1996. Sood kaitsealadena. – *Eesti Turvas* 3/4: 23-24.
- Andresmaa, E., Kink, H., Orru, M. 1995. Sookaitsealad Edela-Eestis. A. Juske (koost.) *Turbatootmine Eestis*. Artiklite kogumik. Eesti Turbaliit, Pärnu: 18-23.
- Anton, H. 1985. Nigula Riiklik Looduskaitseala. Bibliograafia. Eesti Metsamajanduse ja Looduskaitse Teadusliku Uurimise Instituut, Tallinn, 23 lk.
- Ilomets, M., 1980. Svjaz mezhdru skorosti akkumuljacji torfa i pervicnoi produktivnostyu bolota v Ygo-Zapadnoi Estonii. *Botan. Z.*, 65,9: 1337-1344.
- Ilomets, M., 1981. Prirost i produktivnost sfagnovovo pokrova v Yugo-Zapadnoi Estonii. *Botan. Z.*, 66,2: 279-290.
- Ilomets, M., 1981. Nekotorye aspekty izucheniya dinamiki nakopleniya torfa na verchovyh bolotach Estonii. *Novye metody v geologii Estonii*: 20-35.
- Ilomets, M., 1981. O dinamike torfoobrazovatelnyh processov i akkumulyaciii torfa na verchovyh bolotach Estonii. Antropog. izmenen. i ochrana rastitelnosty bolot I privileyuchich k nim territoryach, Minsk: 220-224.
- Ilomets M. A. 1981. Izutchenye dinamiki prirosta *Sphagnuma* i *Sphagnovovo* torpha v celyah startigraphitcheskovo rastchesleniya torphayanyh zalezhey. Kandidaditöö TA Geoloogia Instituut, Tallinn, 222 lk.
- Ilomets, M., 1982. The productivity of *Sphagnum* communities and the rate of peat accumulation in Estonian bogs. V. Masing (ed.) *Estonian Peatlands*. Est. Contr. IBP, IX, Tallinn, Valgus: 102-116.

- Ilomets, M. 1982. Raba arengu ja kliima seosed läbi aastatuhandete. *Eesti Loodus* 11: 707 – 711.
- Ilomets, M., Paap, Ü. 1982. Nigula järv – kas relikvt või ...? *Eesti Loodus* 11: 728-730.
- Ilomets, M., 1984. Mätkakoosluste arengudünaamikast Eesti rabades. – EGS Aastaraamat, 1980, Eesti NSV pinnavormide genees, Tallinn: 145-156.
- Ilomets, M., 1984. On the cyclical nature of the development of bogs. J.-M. Punning (ed.) *Estonia: Nature, Man, Economy*, Tallinn: 68-77.
- Ilomets, M., Ilves, E., Rajamäe, R., 1984. O prostranstvennoy dinamiki prirosta torfa na verhovykh bolotach Estonii. *Izv. AN ESSR, 33, Geologiya*, No 3-4, 158-165.
- Ilomets, M., 1988. Vertical distribution and spatial pattern of Sphagnum communities in two Estonian treeless bogs. M. Zobel (ed.) *Dynamics and ecology of wetlands and lakes in Estonia*: 24-39.
- Irdt, A. 1975. Uut Nigula raba linnustikus. E. Mägi (koost.) *Loodusvaatlusi* 1974, 1. Eesti NSC Metsamajanduse ja Looduskaitse Ministeerium, Tallinn: 77-85.
- Irdt, A. 1980. Nigula raba linnustik 1977. ja 1978. a. E. Mägi (koost.) *Loodusvaatlusi* 1978, 1. Valgus, Tallinn: 62-68.
- Irdt, A., Vilbaste, H. 1974. Bird fauna of the Nigula peat bog. E. Kumari (ed.) *Estonian wetlands and their life*. Estonian Contributions to the International Biological Programme, 7. Valgus, Tallinn: 214-229.
- Kallas, R. 1985. Pärnu rajooni soode ja soomuldade metsakasvatuslik iseloomustus. Diplomitöö. EPA, Tartu, 58 lk.
- Karmu, L. 1966. Nigula Riikliku Looduskaitseala füüsilis-geograafiline ülevaade. *Diplomitöö*. TRÜ, Tartu, 110 lk.
- Kink, H., Andresmaa, E., Orru, M. 1998. Eesti soode hüdrogeoloogia. Teaduste Akadeemia Kirjastus, Tallinn, 128 lk.
- Koff, T., Ilomets, M., Punning, J.-M. 1983. O vozmozhnostjeh vosstanovlenija paleoklimatitsheskih izmenenii na osnove izutshenija dinamiki razvitija rastitelnosti (na primere verhovovo bolota Nigula, Jugo-Zapadnaya Estoniya). J. A. Kurvits (red.) *Tšelovek, rastitelnost i potšva*. Akademiya nauk Estonskoi SSR, Tartu: 125-144.
- Kolla, E. 1982. Peaksid piiramisrõngas. *Eesti Loodus* 11: 712-719.

- Kukk, A. 1962. Nigula Riiklik Looduskaitseala ja sellel teostatavad teaduslikud vaatlused. E. Kaar (toim.) *Metsanduslike objektide looduskaitse küsimusi*. Eesti NSV Teaduste Akadeemia ZBI Metsasektor, Tartu:57-63.
- Kukk, A. 1962. The Nigula National Park as a specimen peatland. *Water deposits and wetlands require conservation*. Academy of Sciences of the Estonian S.S.R., Tallinn: 56-59.
- Kukk, A., Masing, V. 1964. *Nigula raba*. Eesti Riiklik Kirjastus, Tallinn, 40 lk.
- Kübar, K., Vahur, U. 1998. Sookuninga looduskaitseala ulatub üle riigipiiride. *Eesti Loodus* 5/6: 225-226.
- Leivits, A. 1989. Linjajuštšii serõi zuravl na Nigulaskom verhovom bolote. *Communications of the Baltic Commission for Study of Bird Migration* 21: 172-173.
- Leivits, A. 1990. Long-term dynamics of the breeding bird community in the Nigula Mire: a 20- year study in south-western Estonia. *Bird census and atlas studies*. Proc. 11th Int. Conf. on Bird Census and Atlas Work. Prague: 429-432.
- Leivits, A. (koost.) 1997. *Liikide ja koosluste seire: rabalindude seire 1997. aasta aruanne*. Nigula Looduskaitseala, 15 lk.
- Leivits, A., Irdt, A. 1989. Dinamika tšislennosti ptits na verhovom bolote Nigula za poslednie 15 let. *Communications of the Baltic Commission for Study of Bird Migration* 20: 17- 30.
- Leivits, A., Leibak, E. Soppe, A. 1988. Dinamika tšislennosti ptits v Nigulaskom verhovom bolote. *Tezisõ dokladov XII Pribaltiiskoi ornitologitšeskoj konferentsii*. Vilnjus: 121-122.
- Leivits, A., Klein, A., Kuus, A., Sakala, A., Vilbaste, E., Aunins, A., Avotins, A., Kazubernis, J. 1998. Eesti-Läti piiriala soode haudelinnustik, selle muutused ja looduskaitsealine väärtus. T. Kukk (toim.) *XXI Eesti Looduseuurijate Päev*. Edela-Eesti loodus. Teaduste Akadeemia Kirjastus, Tartu-Tallinn: 97-106.
- Leivits, A. T. 1986. Mnogoletnjaja dinamika vidovogo raznoobrazija soobštšestva ptits verhnego bolota Nigulaskogo zapovednika. V. E. Sokolov, K. P. Filonov (red.) *Problemõ ohranõ genofonda i upravlenija ekosistemami v zapovednikah lesnoj zonõ*, II. Tezisõ dokladov Vsesojuznogo soveštšaniija. Moskva: 137-139.

- Lilleleht, V., Vilbaste, H. 1981. *Nigula State Nature Reserve*. E. Kumari (ed.) An Ornithological Journey through the Estonian S.S.R.: Guide to an excursion for the participants of the 18th International Ornithological Congress (Moscow, August 1982). Tallinn: 41-50.
- Loopmann, A. A. 1966. Болота Нигула и Мурака и гидрологические условия их образования. *Sbornik работ Tallinskoi gidrometeorologičeskoj observatorii*, 4. Tallinn: 20-46.
- Loopmann, A. A. 1967. Osnovnõe zakonomernosti formirovanija bolot na territorii Estonskoi SSR v zavisimosti ot uslovii stoka i vodnovo režima. Kandidaditöö. Tallinn, 170 lk.
- Loopmann, A. 1970. *Nigula raba. Nigula Riiklik Looduskaitseala*, Tallinn, 36 lk.
- Loopmann, A. 1971. Hidrograafitšeskoe opisanie bolot Nigula i Ruunasoo (Soosaare). Tallinn, 49 lk.
- Loopmann, A., Pirrus, R., Ilomets, M. 1988. Nigula Riiklik Looduskaitseala. U. Valk (toim.) *Eesti sood*. Valgus, Tallinn: 227-233.
- Loopmann, A. 1996. Vee äravoolu eripära soodest. *Eesti Turvas* 1/2: 3-6.
- Лупманн А.А., 1966. Болота Нигула и Мурака и гидрологические условия их образования. Сборник работ. Вып. 4. Таллинская Гидр. Обсерв.
- Masing, V. 1960. Nigula Riiklik Looduskaitseala. *Looduskaitse teatmik*. Eesti Riiklik Kirjastus, Tallinn: 36-41.
- Masin, V., 1964. Nigula raba. Tallinn.
- Masing, V. 1970. Suvepäev Nigula rabas. *Tuhat tutvust tundra kōrbeni*. Tallinn: 64-68.
- Mets, L. 1968. Vee liikumine rabas. *Eesti Loodus* 8: 461-463.
- Mälgi, U. 1976. Nigula raba soosetete keemilisest koostisest. ENSV Teaduste Akadeemia Toim. 25, *Biol.* 2: 162-165.
- Mälgi, U. 1976. Nigula raba vee hüdrokeemiast. ENSV Teaduste Akadeemia Toim. 25, *Biol.* 3: 245-248.
- Пиррус О. Р., 1963. История развития верхового болота Нигула. Труды ин – та геол. АН СССР, XII: 163-173.
- Puura, V., Raukas, A., Kink, H. 1990. *Vee seisundi kompleksne ökoloogiline hinnang kaitsealadel* (lepinguline töö). Eesti TA Geoloogia Instituut. Tallinn, 45 lk.

- Puura, V., Raukas, A., Kink, H. 1992. *Vee seisundi kompleksne ökoloogiline hinnang kaitsealadel* (lepinguline töö). Eesti TA Geoloogia Instituut. Tallinn, 16 lk.
- Püssa, K. 1998. Mineraalma soostumine rabasaartel Nigula looduskaitsealal. *XXI Eesti Looduseuurijate Päev*. Edela-Eesti loodus. Teaduste Akadeemia Kirjastus, Tartu-Tallinn: 35-42.
- Püssa, K. 1998. Taimkatte dünaamika Nigula looduskaitseala neljandal rabasaarel (Salupeaksil). Lõputöö. TÜ, Tartu, 45 lk.
- Raukas, A. & Kink, H. 1993. Veeseire Nigula Riiklikul Looduskaitsealal (lepinguline töö). Eesti TA Geoloogia Instituut. Tallinn, 20 lk.
- Raukas, A. & Kink, H. 1993/94. *Veeseire kaitsealadel (1978 – 1992)*. Nigula RLKA. Lepinguline uurimistö nr.7. Eesti TA Geoloogia Instituut. Tallinn, 48 lk.
- Renno, O. 1974. Päev Nigula rabal (1969). *Looduse kalender*, 1975. Tallinn.
- Renno, O. 1984. Pilguheite Nigulasse. *Looduse kalender*, 1985. Tallinn.
- Roosaluste, E. 1988. Izmenenija rastitelnovo pokrova na territorii Viidumaeskovo i Nigulaskovo zapovednikov. Dissertatsija. Vilnius: 23-32, 58-92, 196-198.
- Rudov, A. 1985. Nigula Riikliku Looduskaitseala ja kaitsetsooni metsade metsamajanduslik tsoneerimine. Diplomitöö. EPA, Tartu, 74 lk.
- Ruus, E. 1975. Soo ja metsa vahelise dünaamika uurimisest Nigula Riiklikul Looduskaitsealal (Pärnu raj.) M. Reitalu (toim) *Eesti NSV riiklike looduskaitsealade teaduslikud tööd*, 2. Valgus, Tallinn: 104-119.
- Sarv A.A., Ilves E. O. 1976. Stratigrafys I geochronologya golocenovykh ozernykh I bolotnykh otlozhenii ygo-zapadnoy tshasti Estonii. T. D. Bartosch (ed.) *Palynology in Continental and Marine Geological Investigations.*, Riga: 47 – 59.
- Tuvi, A. 1980. Nigula Riikliku Looduskaitseala metsade sanitaarne seisund ja majandamise probleemid. Diplomitöö EPA metsakasv. kat. Tartu, 60 lk.
- Valk, U. (toim.) 1988. *Eesti sood*. Valgus, Tallinn: 343 lk.
- Vilbaste, H. 1982. Raba looduskaitseala. *Eesti Loodus* 11: 697-707.
- Vilbaste, H. 1983. Nigula Riiklik Looduskaitseala. L. Mehilane (toim.) *25 aastat looduskaitsealaid Eesti NSV-s*. Teaduslik-tehniline konverents. Ettekannete teesid. Eesti NSV Metsamajanduse ja Looduskaitse Ministeerium, Matsalu Riiklik Looduskaitseala, Tallinn: 32-35.

- Vilbaste, H. G. 1987. Nigulaskii gosudarstvenoi zapovednik – baza ornitologitšeskih issledovanii. *Vodno-bolotnoje ugodija i vodoplavajuštšie ptitsõ*: Trudõ VI Dnei ornitologov v Pjarnu 18-22 maj 1987 g., Tallinn: 125-128.
- Vilbaste, H. G. 1989. Zapovednik Nigula. V. E. Sokolova, E. E., Sõrojetškovski. (red.) *Zapovedniki Pribaltiki i Belorussii*. Mõsl, Moskva: 102-118.
- Vilbaste, H., Leivits, A. 1990. Dolgovremennõe programmõ slezenija za tsislennostju ptits Nigulaskogo goszapovednika. *Communications of the Baltic Commission for Study of Bird Migration*, 22: 64-83.
- Vilbaste, J. 1982. Jõhvikas nii ja teisiti. *Eesti Loodus* 11: 731 - 740.
- Ülemaante, R. 1993. Nigula Looduskaitseala ning Raplamaa rabade ja soiste alade mähkurlastest (*Tortricidae*). Magistritöö. TÜ, Tartu, 72 lk.

LISAD



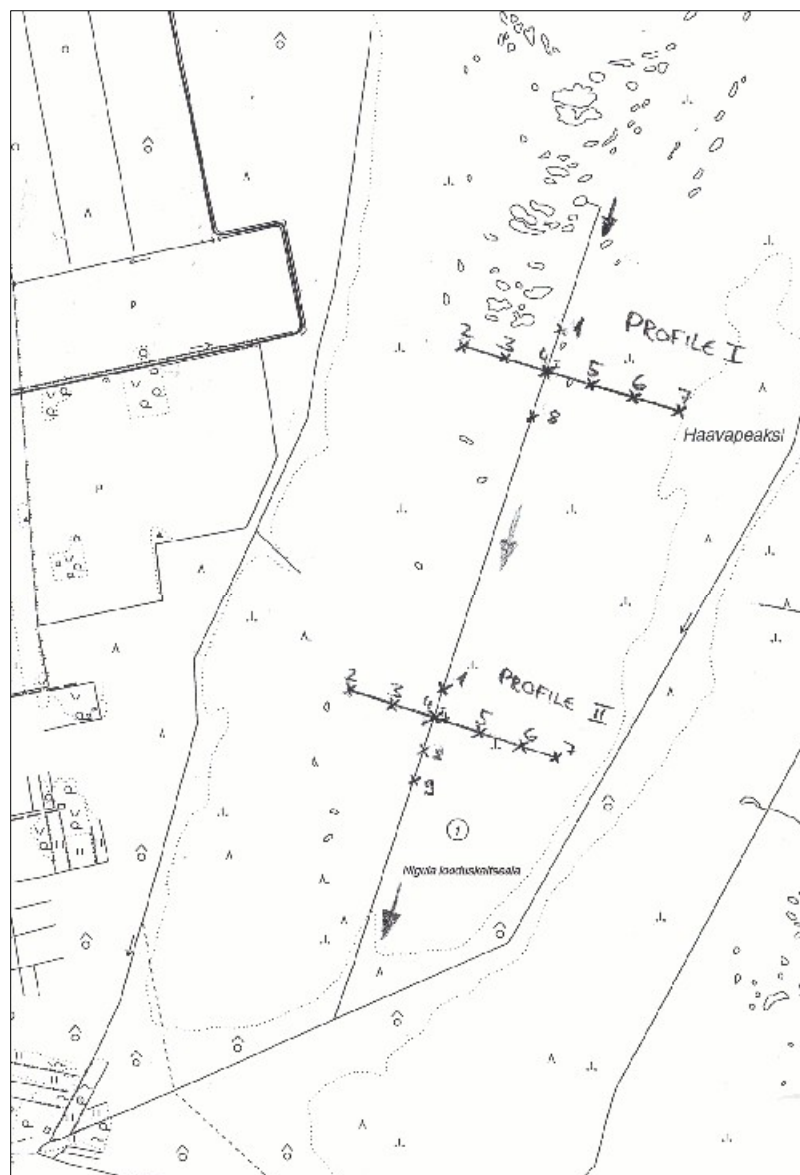
Lisa 1. Nigula soostiku aerofoto.



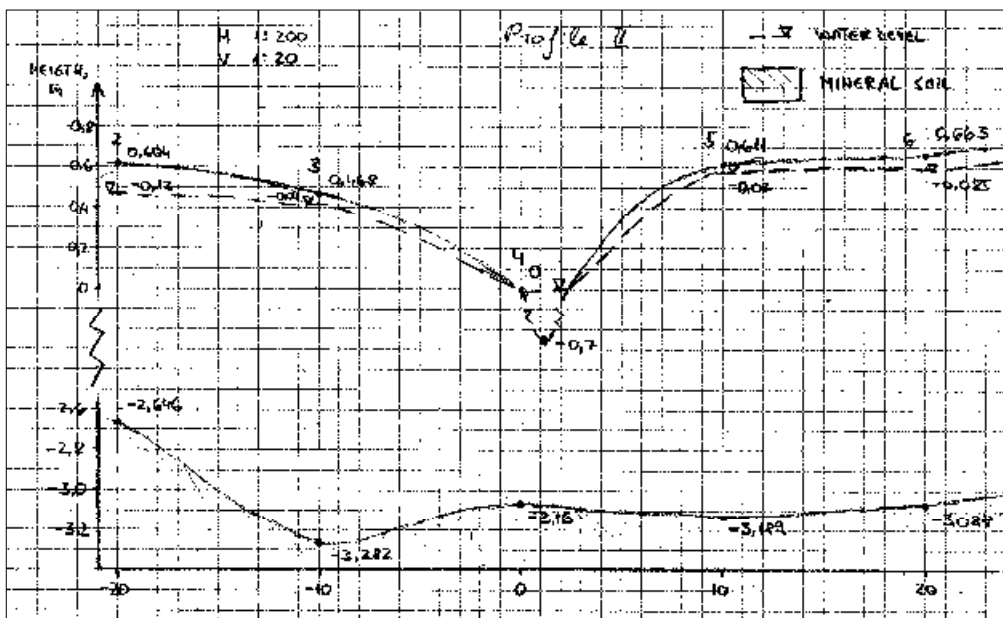
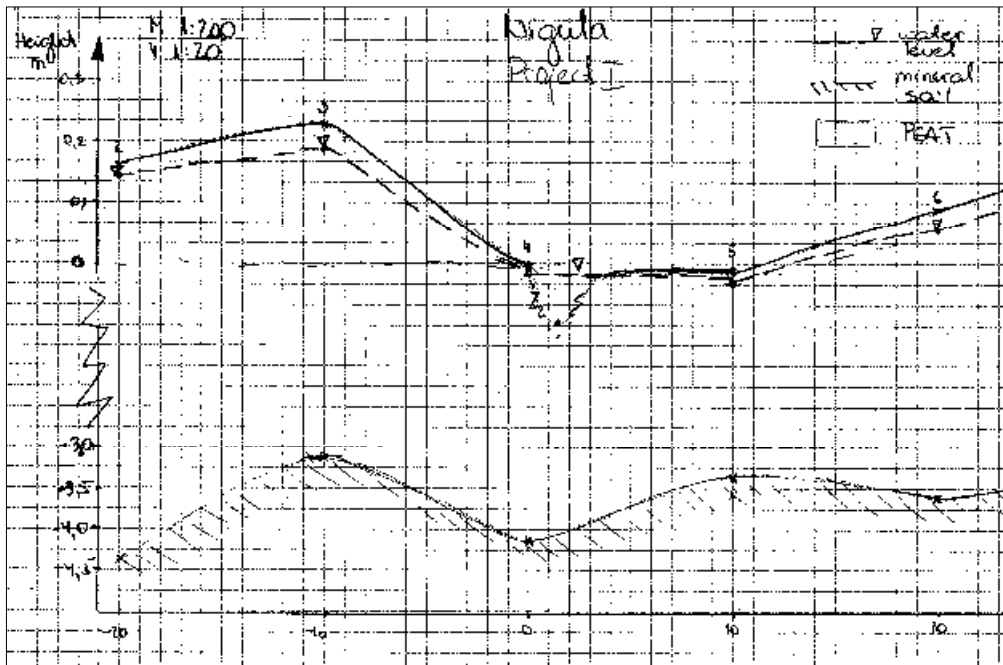
Lisa 2. Veelahkmete paigutus Nigula soos vastavalt Eesti jõgede ja kraavide elektroonilisele kataloogile.



Lisa 3. Nigula soostikku kattev satelliidi pilt.



Lisa 4. Urissaare raba uuringuprofilide asukohtade skeem, juuni 2004.



Lisa 5. Urissaare raba uuringuprofilide läbilõiked, juuni 2004.

Lisa 6. Taimeruutude kirjeldused Urissaare raba uuringuprofiilidele vastavates punktides
(vt. Lisa 4)

Nimi	Taimeruudud (skeem Lisa 4)					
	2	3	5	6	7	7'
Profil I						
<i>Andromeda polifolia</i>	+	+		0,5		+
<i>Betula pubescens</i>	+					
<i>Calluna vulgaris</i>	30	40	20	1	50	40
<i>Cladina</i>	+	+			+	+
<i>Cladina alpestris</i>			+		+	
<i>Cladina rangiferina</i>		7				
<i>Cladina sylvestris</i>		3				
<i>Drosera rotundifolia</i>			+	+		
<i>Eriophorum vaginialis</i>	++	+	3	1	+	2
<i>Ledum palustre</i>					+	
<i>Oxycoccus palustris</i>				0,5		
<i>Pinus sylvestris</i>	+	+	+			+
<i>Polythricum strictum</i>				+	2	
<i>Rubus chamaemorus</i>	5	5	2	+	2	2
<i>Sphagnum capilifolium</i>			22			5
<i>Sphagnum magellanicum</i>	+	5	+	95	3	
<i>Sphagnum rubellum</i>	50	10	45		17	30
<i>Sphagnum tenellum</i>			3			15
<i>Trichophorum cespitosum</i>	+					
<i>Vaccinium uliginosum</i>						+
Profil II						
<i>Andromeda polifolia</i>	+	+		5	+	+
<i>Calluna vulgaris</i>	15	20	20	40	30	10
<i>Cladina</i>		+	+		10	20
<i>Drosera rotundifolia</i>	+					
<i>Eriophorum vaginialis</i>	+	+	+	5	+	10
<i>Oxycoccus palustris</i>			+		+	
<i>Pinus sylvestris</i>						+
<i>Rhynchospora alba</i>	5	+			0,5	
<i>Rubus chamaemorus</i>			+	+		
<i>Sphagnum capilifolium</i>			10			
<i>Sphagnum magellanicum</i>	60	40		70		
<i>Sphagnum rubellum</i>			70			
<i>Sphagnum tenellum</i>	20	20			15	
<i>Trichophorum cespitosum</i>	+	+	+	+		1



Foto 1. Lage älve-rohuraba Nigula raba põhjaosas, juuni, 2004.

Foto 2. Nigula raba lage älve-lauka-rohuraba Järve järvest põhja pool, juuni, 2004

Foto 3. Kanarbiku-rohuraba puudega Nigula raba keskosas (vaade teisest tornist lõunapoole), juuni 2004.



Foto 4 ja 5. Salupeaksi, juuni, 2004.
Foto 6. Salupeaksist väljatulek, juuni, 2004



Foto 7. Urissaare raba lõunapoolne osa, juuni, 2005.

Foto 8. Kraav Urissaare rabas, juuni, 2004.

Foto 9. Laugas Nigula raba keskosas, juuni 2004.

This document was created with Win2PDF available at <http://www.daneprairie.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.