

Tartu Ülikool  
Arheoloogia õppetool

Marge Konsa

**Geograafilise infosüsteemi kasutamine arheoloogias**  
**Rõuge kihelkonna näitel**

Peaseminaritöö

Juhendaja  
mag Heiki Valk

Tartu 1999

# Sisukord

<b>Sissejuhatus</b>	4
<b>1. Geograafilise infosüsteemi struktuur ja analüüsivõimalused</b>	7
1.1. Geograafilise infosüsteemi struktuur	7
1.2. Ruumilised andmed	8
1.2.1. Ruumiliste andmete mudelid	8
1.2.2. Ruumiliste andmete allikad	10
1.2.3. Ruumiliste andmete struktuur	11
1.2.4. Kartograafiline info ja ajaloolised kaardid	12
1.2.4.1. Kartograafilise info probleemid	12
1.2.4.2. Rõuge projekti kaardiline allikmaterjal	13
1.3. Atribuutandmed	13
1.3.1. Andmemudelid	13
1.3.2. Rõuge projekti atribuutandmete allikad	14
1.3.3. Atribuutandmete struktuur ja seostamine	17
1.4. Andmete analüüsi võimalused	18
1.4.1. Geograafiline analüüs	19
1.4.2. Atribuutandmete analüüs	19
1.4.3. Kombineeritud analüüs	20
1.4.3.1. Kattuvus- ja klassifitseerimistoimingud	20
1.4.3.2. Naabrustoimingud ja levikumudelid	22
1.4.3.3. Digitaalne maastikumudel	23
1.5. Analüüsi esitus	25
<b>2. Rõuge kihelkonna looduskeskkond, muistised ja GIS-i rakendusvõimalused</b>	26
2.1. Lähtekohad asustuse ning looduskeskkonna vaheliste seoste uurimiseks	26
2.2. Rõuge kihelkonna loodusolud ja nende kujunemine	27
2.2.1. Pinnamood ja geomorfoloogia	27
2.2.2. Veestik	31

2.2.3. Mullastik	32
2.3. Rõuge kihelkonna muistised	34
2.4. Rauaaja muististe ja looduskeskkonna seoste kompleksanalüüs GIS-i abil	39
<b>Kokkuvõte</b>	47
<b>Kasutatud kirjandus</b>	49
<b>Summary</b>	53

## Sissejuhatus

Käesolev peaseminaritöö on osa TÜ arheoloogia kabineti projektist “Archaeological Sites and Oral Tradition in Estonia and Finland”<sup>1</sup>, mille eesmärgiks on muististe ja kohapärimuse seoste jälgimine, aga ka uurimispiirkondade arheoloogilise ja rahvaluuleainese analüüs. Projekti raames koondatakse ning struktureeritakse enam kui sajandi vältel kogunenud andmestik muististe ja leidude kohta, samuti arheoloogiaala teavet sisaldav suuline informatsioon ning pärimused. Kuna arheoloogiline info on seotud geograafilise komponendiga, kasutatakse püstitatud ülesannete lahendamiseks geograafilist infosüsteemi (GIS), mis võimaldab tegeleda ruumiliste andmetega, neid koguda, hallata, säilitada, analüüsida ja esitada. GIS-i abil loodi ühtne digitaalne baas, mis seob nii arhiivi- kui geograafilise andmestiku ning võimaldab neid komplekselt analüüsida.

Arheoloogias on GIS kasutamist leidnud juba alates 1980. aastate keskpaigast. Esmakordselt tutvustati GIS-i rakendusvõimalusi arheoloogias 1985. aastal toimunud Ameerika Arheoloogia Ühingu kokkutulekul peetud sümposiumil “Computer-based GIS: a tool of the future for solving problems in the past” (Harris & Lock 1990, 35). Alguses kasutati GIS-i küll peamiselt Põhja-Ameerikas, kuid alates 1990. aastast üha kasvavas tempos Euroopas ja Austraalias ning nüüdseks on see tuntud ka Venemaal ja Aasias. Üsna tähtsat osa informaatilise arheoloogia ja sh ka GIS-i populariseerimisel arheoloogias etendasid ja etendavad praegugi 1973. aastast tegutseva organisatsiooni CAA (*Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology*) iga-aastased rahvusvahelised konverentsid ning nende publikatsioonid. Esimeses, 1990. aastal ilmunud GIS-i rakendusi arheoloogias tutvustavas kogumikus “Interpreting space: GIS and archaeology” on peamiste GIS-i kasutusala arheoloogias nimetatud maastikuarheoloogiat, ruumianalüüsise ja geostatistika valdkonda ning muinsuskaitse ja kultuuripärandi haldamisega tegelevate organisatsioonide valdkonda (Allen 1990, 198-200; Savage 1990, 22). Viis aastat hiljem ilmunud artiklikogumikus “Archaeology and

---

<sup>1</sup> Edaspidi on töös kasutatud projekti lühendatud eestikeelset nimevarianti “Arheoloogia ja suuline traditsioon”.

geographic information systems: a European perspective” on eelnevatele oluliste rakendussuundadena lisandunud virtuaalne eksperimentaal-arheoloogia, mitmesugused ruumisimulatsioonid ja multimeedia (Harris & Lock 1995, 355 jj).

Eesti arheoloogias on GIS-i ja digitaalsete andmete kasutamine alles algusjärgus. Samas on arheoloogia tulevik paratamatult seotud nii infoühiskonna arengu kui kõige sellega kaasnevaga. Esimete märkidenä võib välja tuua Muinsuskaitseinspeksiooni poolt loodud digitaalse muinsuskaitseregistri, loomisel oleva kultuuriväärtuste infosüsteemi juurutamise mitmetesse ka arheoloogiakogusid omavatesse muuseumitesse, interaktiivse arheoloogia kursuse “Eesti muinasaeg” loomise ning kättesaadavaks tegemise ülemaailmse arvutivõrgu kaudu. Kõige selle kõrval pole aga ilmunud ühtegi arheoloogiaga seotud digitaalseid andmeid või andmesüsteeme käsitlevat uurimust.

Käesolev töö ühendab endas nii GIS-i struktuuri, digitaalseid andmeid ning nende analüüsivõimalusi tutvustavat teoreetilist poolt kui ka GIS-il põhinevat praktilis-rakenduslikku osa. Töö üheks oluliseks eesmärgiks on arheoloogilise ja kohapärimusliku andmestiku ning sellega seotud ruumiliste andmete digitaliseerimise ja süstematiseerimise meetodika väljatöötamine. Uudne on ka GIS-i abil tehtavate ruumianalüüside kasutamine keskkonna ja muististe vaheliste seoste uurimisel. Rõuge kihelkonna valimisel uurimispiirkonnaks<sup>2</sup> sai määravaks projekti “Arheoloogia ja suuline traditsioon” orienteeritus Lõuna-Eesti muististe ning kohapärimuse uurimisele. Uurimispiirkond hõlmab kahte eriilmelist geokompleksi – Haanja kõrgustiku ja Võru–Hargla orundi ala, mis on määranud erinevad tingimused asustuse kujunemisel.

Rohkearvulisest GIS-i alasest kirjandusest ülevaate saamisel ning sobilike materjalide selekteerimisel oli suureks abiks L. Petrie, I. Johnsoni, B. Culleni ja K. Kvamme poolt koostatud annotatsioonidega bibliograafia “GIS in archaeology” (Petrie *et al* 1995). GIS-i analüüside rakendusi arheoloogias tutvustavas alapeatükis on toetunud peamiselt eelpool mainitud artiklikogumikule “Interpreting space: GIS and archaeology” ning 1996. aastal ilmunud kogumikule “New methods, old problems. Geographic information systems in

---

<sup>2</sup> Eristamaks Rõuge kihelkonda puudutavat osa üldprojektist on töös kasutatud nimetust Rõuge projekt.

modern archaeological research”. Oluliseks suunaandjaks praktiliste rakenduste kavandamisel said Helsingi Ülikooli arheoloogia õppetooli geoinformaatika spetsialisti arheoloogi Tuija Kirkineni artiklid (Kirkinen 1996; 1998) ning suulised nõuanded. Arvutiterminoloogias, mis Eestis pole siiani ikka veel korralikult väljakujunenud – paralleelselt on käibel nii uudissõnu, eestindusi, mugandusi inglise keelest kui ka ingliskeelseid termineid – lähtusin Eesti Küberneetika Instituudi poolt koostatud arvutisõnastikus (<http://www.ioc.ee/arvutisõnastik/kodukylg.html>) olevatest standartterminitest. GIS-i spetsiifilistele oskussõnadele leidsin eestikeelseid vasteid K. Mõisja ja J. Jagomäe koostatud kartograafia sõnastikust (Mõisja & Jagomägi 1996).

Peaseminaritöö esimeses peatükis tutvustatakse GIS-i tehnoloogilist struktuuri ning selle koosnemist erinevatest andmetüüpidest. Selgitatakse projekti “Arheoloogia ja suuline traditsioon” raames valmistatud andmebaasi “Muistised ja kohapärimus” lähtealuseks olnud printsiipe ning andmebaasi ülesehitust. Eelviimases alapeatükis tuuakse välja GIS-i peamised andmete analüüsi võimalused ning nende rakendamine arheoloogilises uurimistöös.

Teises peatükis keskendutakse GIS-i ühe kõige levinuma kasutusvaldkonna – ruumianalüüside – rakendamisele muististe ja looduskeskkonna vaheliste seoste uurimisel. Esitatud Rõuge kihelkonna muististe ning looduslike komponentide kompleksanalüüs põhineb eelpool mainitud andmebaasi “Muistised ja kohapärimus” Rõuge kihelkonna andmestikul ning digitaalsetel looduslikku infot sisaldavatel andmetel. Võttes aluseks pinnamoe, veestiku ja mullastiku andmed analüüsitakse muististe paiknemist nende suhtes.

# 1. Geograafilise infosüsteemi struktuur ja analüüsivõimalused

## 1.1. Geograafilise infosüsteemi struktuur

Tänapäeval kasutatakse geograafilisi infosüsteeme väga erinevates valdkondades, millel sageli pole mingit otsest seost kartograafiaga. Kuid just kaartide valmistamise automatiseerimist peetakse geoinformaatika ja ka GIS-i ajaloo alguseks. Esimene sellesuunaline samm astuti Harvardi ülikooli arvutigraafika ja ruumianalüüsi laboris 1964. aastal loodud tärkprinteril kaarte trükkida võimaldava programmiga SYMAP (Roosaare 1997, 19). Edasi toimus areng koostöös insenerjoonistuse CAD (*Computer Aided Design*) programmide edenemisega. Samal ajal oli tehnoloogiline progress toimunud ka automatiseeritud andmete kogumises ja töötlemises. Ühelt poolt tõdeti vajadust lisada arvutis olevale kartograafilisele infole lisaandmestik ning teiselt poolt leidis mitmeid andmebaase, mis sisaldasid küll ruumilist infot, kuid ei omanud seost kaartidega.

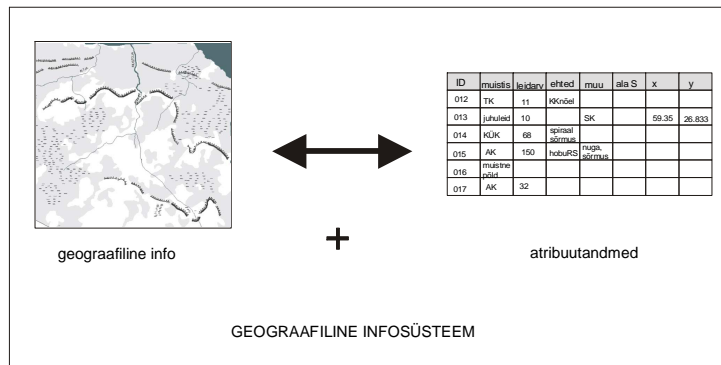
1970. aastate alguses sai seoses mitmete arvutialaste uuendustega võimalikuks nende kahe tehnoloogia ühendamine toimivaks geograafiliseks infosüsteemiks (Aronoff 1995, 32). Kommertsiaalse GIS-i programmi valmimisega 1980. aastate alguses USA Environmental Systems Research Institute'i poolt lõppes nn isetehtud GIS-ide periood ning algas uue informatsioonisüsteemi kiire levik (Marble 1990, 12). Enamik praeguseid GIS-i programme on siiski "sunnitud abielu" ruumiliste andmete (süsteemis salvestatud objektide asukoha ja kuju info) ja nendega seonduvate lisaandmete (ehk atribuutandmete) vahel (joonis 1). Süsteeme, kus juba andmebaasituuma oleks lisatud ruumiandmete vahendid, on siiani veel vähe.<sup>3</sup>

GIS-i kasutamiseks on eelkõige vaja andmeid. Andmete käsitlemise GIS-is võib jagada nelja alatappi: 1) andmete sisestamine, 2) andmete korrastamine ja sidumine, 3) andmete analüüs, 4) andmete visualiseerimine ja väljastamine (Marble 1990, 12). Johtuvalt

---

<sup>3</sup> Üheks selliseks baasiohjesüsteemiks on Oracle 8.0 CDC, samuti on teatavad ruumiandmete vahendid olemas INFORMIX-il (Laineste 1998, 27).

praeguste GIS-ide ülesehitusest on ruumiliste ja atribuutandmetega toimimine paljuski erinev.



Joonis 1. Geograafilise infosüsteemi ülesehitus.

## 1.2. Ruumilised andmed

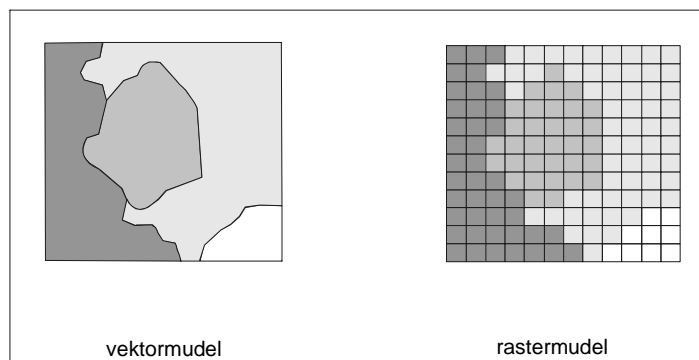
### 1.2.1. Ruumiliste andmete mudelid

Geograafilist infot ehk ruumilisi andmeid on digitaalselt võimalik esitada kahel ülesehituselt ning printsiibilt erineval moel. Kuigi tänapäeva GIS-i tarkvara lubab enamasti paralleelselt toimida mõlema ruumiliste andmete mudeliga, on siiski levinud GIS-ide jagamine nende peamise orienteerituse järgi raster- või vektor-GIS-ideks (nt Roosaare 1997; Savage 1990).

Rastermudeli puhul on geograafiline ruum jagatud võrgustikuga ruudukesteks ehk tsellideks (joonis 2). Iga tsell omab asukohta määravaid väärtusi (nt geograafilisi koordinaate) ning z-väärtust, mis iseloomustab mingi nähtuse eksisteerimistugevust tsellile vastavas geograafilises piirkonnas (selliseks nähtuseks võib olla näiteks kõrgus, mullastiku- või maastikutüüp jms). Ühele tsellile vastava geograafilise ala suurust kajastab resolutsioon.

Vektormudelil antakse objekti kuju ja asukoht edasi geomeetriliste primitiividega, milleks on punktid, jooned ja pinnad (joonis 2). Erinevalt rastermudelil kajastuvad vektormudelil objektidevahelised seosed ehk topoloogilised suhted.





Joonis 2. Sarnaste ruumiliste andmete esitamine vektor- ja rastermudelina.

Iga ruumilist situatsiooni saab esitada nii raster- kui vektormudelina. Missugustes tingimustes millist neist eelistada, sõltub analüüsi eesmärgist ja ka olemasolevate andmete mudelist. Kuigi raster- ja vektorandmete teisendused vastastikku on võimalikud, esineb andmeanalüüse, mis on kas ühele või teisele mudelile enam sobilikud. Rastermudeli eeliseks on välja toodud andmestruktuuride lihtsus mis hõlbustab ja kiirendab erinevaid ruumiliste andmete analüüse. Kuna rastermudelil on kõik ruumilised üksused ühesuguse suuruse ja kujuga, siis sobib see eeskätt arvukate punktandmetega (nt kõrguspunktid) opereerimiseks ning modelleerimiseks. Puuduseks peetakse topoloogiliste suhete kajastamise keerukust, andmete mahukust ning robustset graafilist väljanägemist võrreldes vektorkaartidega. Vektormudelil on igal eraldisel erinev topoloogiline kuju ja seetõttu sobib see keeruliste geograafiliste objektide esitamiseks paremini kui rastermudel. Teisalt jälle raskendab vektormudeli keerukam struktuur ruumiliste analüüside ja modelleeringute tegemist (Savage 1990, 24; Zubrow 1990, 70).

Arheoloogilises uurimistöös kasutatakse mõlemaid ruumiliste andmete mudeleid. Mahukad ruumilised andmed nagu aero- või satelliitfotod esitatakse rastermudelina. Samuti on hajuvate väärtuste, milleks on näiteks kultuurikihi intensiivsus, kajastamine rastermudelina lihtsam kui vektormudelina. Joonobjekte, sümboleid ning kindlalt piiritletavaid alasid kujutavaid arheoloogiliste kaevamiste jooniseid, leiuplaane või asukohaskeeme on jälle otstarbekas valmistada vektormudelina (Maschner 1996, 4). See aga ei pruugi olla reeglilik ning reaalses töös ruumiliste andmetega annab tihti

efektiivseima tulemuse raster- ja vektormudelite paralleelne või ühendatud rakendamine. Käesoleva töö ruumiliste analüüside teostamiseks kasutatud GIS-i tarkvara *MapInfo Professional* on orienteeritud vektormudelile. Rastermudelite loomis- ja analüüsivõimalused andis *MapInfo*'sse lisatud abiprogramm *Vertical Mapper*. Selliselt ülesehitatud GIS võimaldab ühesuguseid andmeid kasutada nii vektor- kui rastermudelina ning vastavalt vajadusele neid teisendada.

### 1.2.2. Ruumiliste andmete allikad

GIS-is analüüside teostamiseks sobilikke ruumiliste andmete allikaid on väga mitmeid ning need võivad esineda mitmel kujul. Digitaalandmeid võib osta spetsiaalselt kaartide tootmisega tegelevatelt firmadelt või maha laadida arvutivõrgus olevatest avalikest ruumiliste andmete pankadest (nt *Digital Chart of the World Data Server*, Regio kaardipaik jpt). Eesti Maa-ameti tellimusel on Eesti Kaardikeskuses valminud täisdigitaalne vektorformaadis Eesti baaskaart mõõtkavas 1:50 000, asukohatäpsusega 10–15 m.<sup>4</sup> AS Regio valmistatud administratiivkaartide täpsusaste on veidi väiksem – u 20 m. Rasterkujul on loodud kogu Eestit kattev katastrikaart mõõtkavas 1:10 000. Lisaks füüsilis-geograafilistele ja administratiivkaartidele on loodud ja loomisel mitmed spetsiifilised temaatilised kaardid. Eesti Geoloogia Instituudis on valminud geoloogilisi andmeid sisaldav Eesti aluspõhjakaart. Tegemisjärgus on veel Eesti mullastikukaart. Olulist ajaloolist administratiivset infot 19. saj lõpu ja 20. saj alguse haldusjaotuse kohta sisaldab Eesti ajaloolis-kultuurilise GIS-i andmestik.<sup>5</sup>

Lisaks digitaalkujul olevatele andmetele, võivad allikateks olla ka paber kandjal kaardid ja plaanid, arheoloogiliste välitööde materjalid, koordinaate sisaldavad andmestikud, aero- või satelliitfotod. Selliste andmete integreerimiseks GIS-i tuleb need eelnevalt

---

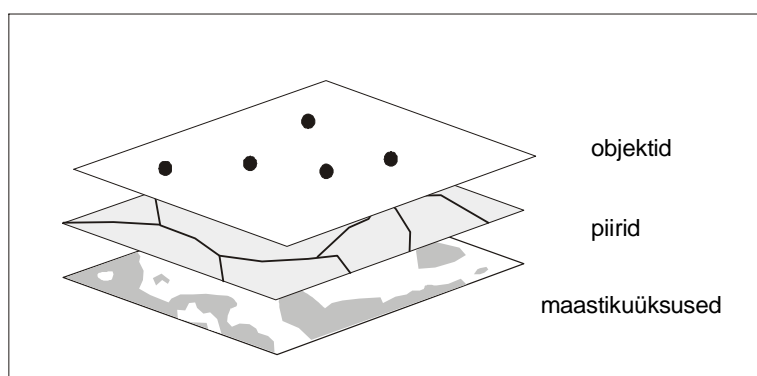
<sup>4</sup> Kuna digitaalsete ruumiandmete puhul võivad erineda andmekihid olla koostatud erineva täpsusega ning iga andmekihi mõõtkava saab vastavalt vajadusele muuta, siis on mõõtkavast olulisemaks parameetrik objektide asukohatäpsus.

<sup>5</sup> TÜ, Eesti Ajaloo Arhiivi ja AS Regio poolt 1998. a loodud Eesti ajaloolis-kultuurilises geoinfosüsteemis on andmed Eesti administratiivüksuste ajaloolisest muutumisest alates 19. saj lõpust kuni tänapäevani (hõlmates perioodi 1897. aastast kuni 1989. aastani) – projekti interaktiivne ajaloolis-kultuuriline kaardiserver on kasutatav Internetis aadressil <http://kaardiserver.ut.ee/>.

digitaliseerida. Digitaliseerimise meetodeid on väga mitmeid. Levinuimad viisid on skanneerimine ja digilaualt digimine. Mõlemal juhul luuakse arvutisse sisestatud andmestikule topoloogia või ühendatakse need olemasolevate arvutikaartidega.

### 1.2.3. Ruumiliste andmete struktuur

Ruumilised andmed on GIS-is jagatud temaatiliselt või territoriaalselt horisontaalsetesse kihtidesse (joonis 3).



Joonis 3. Ruumiliste andmete jaotamine kihtideks.

Kihid asetuvad üksteise peale ja neid kombineerides, vahetades, juurde lisades või kustutades on võimalik tekitada uusi kihte ning lõpptulemusena moodustada soovitud infoga kaart. Mingit ühtset üldist printsiipi kihtide moodustamisel ei ole. Eesti digitaalse baaskaardi andmestik on jagatud kihtideks geomeetriliste primitiivide järgi, kus omaette kihtideks on koondatud punktilised (sümbolite kiht, kõrguspunktide kiht), joonelised (kõrgusjoonte kiht, teede kiht, jõgesid ja väiksemaid veesooni hõlmav kiht ning administratiivpiiride kiht) ja alade ehk pindade andmed (põldude ja metsade kiht, hoonestuse kiht, järvede kiht). AS Regio poolt Eesti 1:20 000 mõõtkavas põhikaardi alusel valmistatud teede ja administratiivinfo digitaalkaardil on kihid moodustatud aga objektide sisulise (funktsionaalse) tähenduse järgi: teede kiht, veestiku kiht, hoonestiku kiht jne. Kihtidega või kihtidesse koondatud objektidega manipuleerimise aluseks on

objektide ja kihtide loomisel ning korrastamisel järgitud printsiipe selgitav metaandmestik.<sup>6</sup>

#### **1.2.4. Kartograafiline info ja ajaloolised kaardid**

##### **1.2.4.1. Kartograafilise info probleemid**

Maa kerakujulise pinna kahemõõtmelisel tasapinnal kujutamise viise ehk kartograafilisi projektsioone on väga mitmeid. GIS-is on ruumiliste andmekihtide ühildamiseks ja neis sisalduva info kombineeritud analüüsiks oluline, et erinevate kihtide kartograafilised projektsioonid oleksid ühesugused. Tänapäeva kaartidele, olgu nad siis paberil või digitaalsed, on reeglina lisatud kartograafiline alus ehk kaardi info, millest lähtuvalt on GIS-is projektsiooniteisenduste kaudu võimalik ühendada omavahel algselt erinevatel viisidel koostatud kaarte.<sup>7</sup> Kaarte, millel puudub kaardi info, tõlgendab GIS põhimõtteliselt skeemidena ja andmete sidumine neis konkreetse ruumipunktiga on äärmiselt keeruline ning seotud suurte ebatäpsustega. Sellised probleemid tekivad sageli ajalooliste kaartidega. Nimelt puudub Eesti ala 1920. aastatest vanematel kaartidel reeglina kartograafiline alus ning eri allikatest ja perioodidest pärinevate kaartide ühildamisel on tekkinud olukordi, kus loogiliselt ja tegelikult kokkukuuluvad topograafilised objektid nagu piirid, asulad, aga ka rannajoon ei pruugi kaardil kaugeltki kattuda. Jaak Laineste, viidates mitmesugustele raskustele ajalooliste kaartide digitaliseerimisel, on maininud, et Eesti ajaloolis-kultuurilise GIS-i puhul otsustati seetõttu andmebaasiliste seoste kasuks, jättes kõrvale täpsete kaartide puhul kasutatavad ruumiliste seoste võimalused (Laineste & Lepik 1997, 16).

---

<sup>6</sup> Metaandmed on andmed andmete kohta. Kui paberil olevat informatsiooni on võimalik mõista ilma tehniliste abivahenditeta, siis digitaalse informatsiooni puhul vajatakse selle kasutamiseks selgitavat dokumentatsiooni. Selle olulisust ka digitaalsete ruumiliste andmete puhul on rõhutanud mitmed autorid (vt Gillings *et al* 1998; Wise & Miller 1997), kelle järgi arvutikaartide metaandmed peaksid miinimumvariandis kajastama nii kaardi infot st projektsiooni, asukohatäpsust, resolutsiooni, kui ka erinevaid töötlusi, mida ruumiliste andmetega teostati, samuti ühe või teise asja tähendust ning viisi, kuidas andmed on omavahel seotud ning millises formaadis salvestatud.

<sup>7</sup> Sellisel viisil on GIS-is võimalik ühildada ka *Transversaalne Mercator* (konformne silindriline) projektsioonis valmistatud digitaalne Eesti baaskaart ning *Lambert-EST* (konformne kooniline) projektsioonis tehtud Eesti põhikaart. Kuigi esineb teatavad projektsiooni koostamise printsiipidest tulenevaid erinevusi, on sellest suuremaks lahkuminekuid tekitavaks põhjuseks erinev asukohatäpsus.

#### **1.2.4.2. Rõuge projekti kaardiline allikmaterjal**

Ajaloolistest kaartidest kasutati Rõuge projekti raames 1681.–84. a valmistatud Rõuge kihelkonna kaarti mõõtkavas u 1:33 000 (EAA f 308, n 2, s 177) ning Rõuge ümbruse külade ja mõisa kaarti mõõtkavas 1:10 400 (EAA f 308, n 2, s 180).

Eelpool mainitud probleeme esines ka Rõuge kihelkonna ajalooliste kaartide digitaliseerimisel. Neil puudub täpne projektsioon ning seetõttu tekkisid nihked nii tänapäevaste kaartidega sidumisel kui ka ajalooliste kaartide omavahelisel võrdlemisel. Sellest tingituna loobuti ajalooliste kaartide puhul geograafilisest analüüsist ning vaid osa infost – nt 17. sajandi külad, vektoriseeriti ning moodustati neist omaette kihid. Selline meetod võimaldas eriaegse info võrdlemisel ebatäpsusi vältida.

### **1.3. Atribuutandmed**

Ruumilised andmed moodustavad vaid ühe osa GIS-ist. Võimalus siduda ruumiliste andmetega ka mitteruumilist infot sisaldavad andmed ehk atribuutandmed ongi üks peamisi GIS-i eeliseid teiste kaardistus- ja joonistussüsteemide ees.

#### **1.3.1. Andmemudelid**

Andmete kogumid ehk andmebaasid peavad olema korrastatud, et nad võimaldaksid esitada piiritletud päringuid ja neile ka vastuseid saada. Mudeleid aga, kuidas andmeid struktureerida, on mitmeid. Lihtsaim andmete struktureerimise moodus on lameandmebaas, kus andmed asetsevad horisontaalsetes ridades ja nende atribuudid vertikaalsetes veergudes, moodustades nii tabeli. Tabeli rida ehk kirje näitab kõiki ühe objekti atribuute andmebaasis. Võimalus luua ja kasutada selliseid ühest tabelist koosnevaid andmebaase on kõikides GIS-i programmides.

Relatsiooniline andmebaas koosneb erinevatest omavahel seotud lameandmebaasidest. Selliste allandmebaaside vahelised seosed luuakse igas kirjes sisalduva unikaalse võtme ehk identifikaatori abil. Andmegrupid omavahelised seosed lubavad teostada

komplekspäringuid, samuti kajastuvad ühes tabelis tehtud muudatused kohe kõikides seotud tabelites. Relatsiooniline andmebaas on GIS-ides levinuim.

Eelnevalt kirjeldatud andmebaasidest täiesti erinevalt on ülesehitatud objektorienteeritud andmebaasid, mille puhul nähakse ümbritsevat maailma (st andmeid) objektide kogumina. Objektideks on nii reaalse elu esemed ja nähtused kui ka mõttelised konstruktsioonid ja seosed. Iga objekti kirjeldavad tema seisund ja käitumine. Objekti andmeid ja operatsioone ei vaadelda lahus, vaid nad moodustavad alati terviku, olles ühe ja sama nähtuse eri tahud. Sarnaste andmete ja operatsioonidega objektid koondatakse klassidesse ning selgitatakse välja objektide vahelised seosed, mille alusel moodustatakse objektide hierarhia (Jürgenson & Luczkowski 1994). Kui relatsioonilistes andmebaasides on objektide atribuutandmed jagatud erinevate – omavahel küll seoses olevate – tabelite vahel, siis objektorienteeritud andmebaasides on objekt ja tema atribuudid digitaalselt ühes kohas ning objekti geograafiline asukoht on sel puhul lihtsalt üks objekti karakteristikuid. Praegu on objektorienteeritud andmebaase<sup>8</sup> rakendatud alles vähestes GIS-i programmides, kuid sellist struktureerimismoodust peetakse kõige sarnasemaks reaalsele elule ning andmebaaside tulevik näib olevat just objektorienteerituse päralt (Bernhardsen 1992, 166; Jürgenson & Luczkowski 1994, 6).

### **1.3.2. Rõuge projekti atribuutandmete allikad**

Nagu sissejuhatuses mainitud, oli käesoleva uurimuse üheks algpõhjuseks vajadus koondada ja süstematiseerida arheoloogiline ning kohapärimusteadete andmestik, kasutades tänapäevaseid vahendeid, mis võimaldavad andmete digitaalset töötlust, säilimist ning edastamist. Selleks loodi baasiohjesüsteemi *Access* põhjal relatsiooniline andmebaas töönimetusega “Muistised ja kohapärimus” (joonis 4), mis põhineb kolmel allandmebaasil. Allandmebaaside koostamise aluseks oli kolm erineva iseloomuga allikaterühma: 1) arheoloogiamälestiste register, 2) arheoloogiline arhiiv, 3) kohapärimuse alased rahvaluuleteated.

---

<sup>8</sup> Objektorienteeritud andmebaasi põhimõttel on tehtud näiteks Eesti kultuuriväärtuste infosüsteem (KVIS).

Andmebaasi “Muistised ja kohapärimus” Rõuge kihelkonda puudutav osa ongi järgneva käsitluse lähtekohaks.

Joonis 4. Andmebaasi “Muistised ja kohapärimus” peavorm.

Relatsioonilise andmebaasi haaratud arheoloogiamälestiste register (joonis 5) on osa 1994. aastal loodud kultuurimälestiste riiklikust registrist. Registrisse on kantud kultuuriministri määrusega kaitse alla võetud ja Riigi Teataja lisas avaldatud muistised (Kraut 1998, 241). Register sisaldab administratiivseid andmeid, muististe asukoha kirjeldust, rahvapärast nimetust ja muistise kirjeldust. Registrisse kuuluvaid andmeid omaniku ja omandikitsenduste kohta pole “Muistised ja kohapärimus” andmebaasiga liidetud. Muististe andmed on grupeeritud piirkondliku kuuluvuse ja liikide järgi. Iga muistis omab identifikaatorina viiekohalist registreerimise numbrit.<sup>10</sup> 1999. a seisuga oli Võru maakonnast kantud registrisse 437 muistist, millest 77 asub ajaloolise Rõuge kihelkonna piirides. Enamiku neist moodustavad matusepaigad: kaitse aluseid kääpaid on 26 ja kivikalmeid 23; asulakohti on kaitse all 5.

<sup>10</sup> Andmebaasis on lisaks uutele viiekohalistele registreerimise numbritele säilitatud ka varasem numbritesüsteem.

Registri nr	Omavalitsus	Asukoht	Topograafiline kirjeldus	Liik	Rahvapärane nimi	Nimetus	Vana nr
13792	Võru vald	Kasaritsa küla	Kasaritsa (Hannuste) küla, Pruusi talust 150 m lõuna, Vanova talust 150 m edela pool, Kasaritsa-	Kivikalme	"Lastekalmatu mägi"	Kivikalme "Lastekalmatu mägi"	1 at

Record: 1 of 1

Joonis 5. Andmebaasi “Muistised ja kohapärimus” muististe registri allandmebaas.

Ajaloo Instituudis ja kopeerituna Tartu Ülikooli arheoloogia kabinetis asuv arheoloogiline arhiiv sisaldab 19. sajandi lõpust alates kogunenud arheoloogilist materjali. Andmestik on väga mitmekülgne, hõlmates nii Jaan Jungi korrespondentide kirju, 1920. aastatel aset leidnud teise üle-eestilise muististe registreerimise tulemusena valminud arheoloogilisi kihelkonnakirjeldusi, jätkuvalt lisanduvaid arheoloogiliste kaevamiste ja inspeksioonide aruandeid kui ka mitmesuguseid juhusliku iseloomuga teateid muististest või leidudest. Arhiiv on süstematiseeritud kihelkondlikul printsiibil. Andmebaasi “Muistised ja kohapärimus” muististe allandmebaasi (joonis 6:1) sisestatakse muististe üldandmed.

1

2

Joonis 6. Andmebaas “Muistised ja kohapärimus”.

1 – arheoloogilise arhiivi allandmebaas; 2 – kohapärimusteadete allandmebaas.



Andmebaasi “Muistised ja kohapärimus” kolmanda – kirjete hulgalt kõige arvukama osa – moodustavad kohapärimuse alased rahvaluuleteated (joonis 6:2). Siia on koondatud vastavasisulised teated nii Eesti Rahvaluule Arhiivist kui ka Eesti Keele Instituudi murdesektori kohanimedele kartoteegist. Tabeli väljade struktuur lähtub rahvaluuleteadete iseloomust ning folkloristika uurimise vajadustest. Rajatud on väljad pärimuse kogumiskoha ja -aja, koguja ning informandi andmete jaoks; eristatud on pärimuse teema, žanr ning märksõnad teksti analüüsi hõlbustamiseks. Memo väljale lisatakse pärimuse tekst.

### **1.3.3. Atribuutandmete struktuur ja andmete seostamine**

Enamik GIS-i programme võimaldab kasutada üksteisest sõltumatult koostatud andmebaase ning nende vahel seoseid luua. Andmevahetuse lihtsustamiseks ning terminoloogiliste ebatäpsuste vältimiseks omistatakse teatud atribuudiväärtustele kindlad koodid ehk identifikaatorid (ID). Eelmises alapeatükis kirjeldatud allandmebaaside igal kirjel on identifikaatoriks viide teate arhiiviallikale. Allikaviite abil on küll võimalik ühe allandmebaasi kirjeid üksteisest eristada, kuid andmebaasi mitmete tabelite vaheliste seoste loomiseks on see oma keerukuse ja pikkuse tõttu ebasobiv. Seetõttu loodi koostöös Muinsuskaitseinspeksiooniga uus üle-eestiliselt kasutamist leidev muististe ja potentsiaalsete muististe identifikaatorite süsteem – märkimaks teadaolevaid või oletatavaid muistiseid ning juhuleidude leiukohti, mis pole kantud muinsuskaitse registrisse. Muistise riiklik ID-kood koosneb tähest ja neljakohalisest numbrist (praeguse seisuga on kood antud 100-le Rõuge kihelkonna muistisele). Päringute teostamiseks, muististe identifitseerimiseks ning lokaliseerimise lihtsustamiseks loodi vorm (joonis 4), kuhu tabelite omavaheliste, ID-koodide loodud seoste abil on ühendatud kogu lokaliseeritavat muistist hõlmav info. Iga objekti puhul on vormis eristatud kolm lokaliseeritavuse astet: küla tasand, talu tasand ning täpne asukoht. Muististele, mida pole

võimalik lokaliseerida täpsemalt kui küla tasemel, samuti ebamäärastele leiu- või pärimusteadetele, pole riikliku ID-koodi antud – sellised objektid ja teated ootavad kontrollimist välitööde käigus. Selliselt ülesehitatud struktuur lubab saada infot lokaliseeritud muististe kohta kõigist kolmest allandmebaasist: muinsuskaitse registrist, arheoloogilisest ja kohapärimuse arhiivist. Süsteemi avatus võimaldab hiljem vajaduse korral lisada muidki andmestikke: andmed publikatsioonide, aruannete või leidude kohta jne.

Selleks, et eelpool kirjeldatud andmemudelitest saaks geograafiline andmebaas, on vaja ruumilised ja atribuutandmed omavahel seostada. Kõige abstraktsemal tasandil tähendab see lokaalse sümboli ja tema tähenduse vahelise suhte loomist. Selle suhte loomise viis on erinevate andmete puhul erinev. Tehniliselt kõige lihtsam on ruumilisi ja atribuutandmeid omavahel siduda geograafiliste koordinaatide kaudu. Tekstilisel kujul olevate asukohaandmete (nt aadressid, talunimed, kohanimed jne) puhul kasutatakse nende sidumisel kaardiandmetega geokodeerimist. Antud juhul seoti muististe ruumiline asukohaandmestik andmebaasis oleva atribuutinfoga eelpool kirjeldatud muististe riikliku ID-koodi kaudu.

#### **1.4. Andmete analüüsi võimalused**

Protsessualistliku arheoloogia koolkonna huvi loodusteaduslike meetodite vastu tõi 1960. aastatel kaasa ruumilise analüüsi ja geostatistika rakendamise arheoloogias (nt Hodder & Orton 1976). Kolme aastakümne jooksul on erinevaid meetodeid kõrvale heidetud, täiendatud ja ka uusi loodud. Ühest küljest on informaatika tehnoloogiline areng jõudnud staadiumisse, kus mahukaid arvutusi võib teostada ka koduarvutites ning ruumianalüüsi meetodite rakendamiseks ei pea omama põhjalikke eelteadmisi. Teisest küljest on ka arheoloogiateadus ise edasi arenenud ning esialgse eufooria ning sellele järgnenud pettumuse asemel on nüüdseks ilmselt jõutud vähemalt osalise kompromissini.<sup>11</sup>

---

<sup>11</sup> Sageli võib mittemõistmise põhjus peituda mitte kasutatavates tehnoloogiates või meetodites, vaid hoopis probleemi formuleeringus ning sel juhul leiab ümbersõnastatud esitus isegi samade andmete ja tulemuse puhul palju laiemat aktsepteerimist (vt Maschner 1996, 11).

Alljärgnevalt esitatavad toimingud ja analüüsimetodid on vaid üks osa GIS-i võimalustest. Meetodi valik oleneb paljuski analüüsitavate andmete iseloomust ning tüübist. Analüüsi käigus ei suurene info kvantitatiivselt ning seetõttu on saadav tulemus täiesti sõltuv olemasoleva andmestiku kvaliteedist. Kuna aga arheoloogiline andmestik on sageli ebakindla iseloomuga, siis pole ka võimalik teostada üheseid vastuseid andvaid analüüse (Kirkinen 1998, 97; Ebert *et al* 1996, 26). Arheoloogilises teadustöös, kus ruumianalüüsid moodustavad enamasti vaid ühe osa, ei nähta nende eesmärki mitte uurimisprobleemile lõpliku ja õige vastuse andmises, vaid lahenduse leidmisel ja otsuste langetamisel abiks olemises.

#### **1.4.1. Geograafiline analüüs**

Geograafiline analüüs annab võimaluse uurida objektide asukohast ning kujust tulenevaid ruumilisi suhteid. Kasutades loogilisi või matemaatilisi päringuid, on võimalik leida objektide asukoha koordinaate, nende pindala, objektide omavahelist kaugust või nende esinemissagedust. Mõnikord paigutatakse siia alla ka projektsiooni teisendused ja ruumiliste andmete editeerimine (Aronoff 1995, 205).

#### **1.4.2. Atribuutandmete analüüs**

Atribuutandmete analüüs seisneb kas nende editeerimises või neist lähtuvate päringute koostamises. Baasiohjesüsteemides levinud standartne päringu keel SQL (*Structured Query Language*) on kasutusel ka enamikes GIS-i programmides. SQL-i kasutades saab sooritada nii loogilisi, aritmeetilisi kui statistilisi tehteid ühest või mitmest tabelist pärinevate andmetega (Bernhardsen 1992, 180). Päringuid koostatakse kõikides baasiohjesüsteemides (sh ka *Access*'is ning *MapInfo*'s) ühtviisi: valitakse ja seostatakse tabelid, valitakse vajalikud väljad, määratakse piiravad tingimused ning grupeerimis- ja sortimistingimused (Mägi 1998, 52). Päringu tulemusel eristatud või kombineeritud

andmehulk säilitab oma seosed ruumiliste andmetega ning võimaldab tulemust esitada lisaks tabeli või graafikuna ka kaardina.

### **1.4.3. Kombineeritud analüüsid**

Toimingute hulk, mida on võimalik teostada kombineerides ruumilisi ja atribuutandmeid, on üsna suur. Nende kasutamisevõimalused sõltuvad nii andmete iseloomust kui ka tarkvara võimalustest. Laias laastus võib analüüsid andmete tehnilisest töötlemisest lähtuvalt jagada nelja põhirühma: klassifitseerimisülesanded, kattuvusülesanded (*overlay operations*), naabusülesanded (*neighbourhood operations*) ning võrgustikanalüüsid (*connectivity functions*) (Aronoff 1995, 196; Kirkinen 1998, 95). Praktilises uurimistöös on tavaliselt mingi küsimuse lahendamiseks vaja teha mitmeid erinevaid toiminguid ja analüüse, neid sageli omavahel kombineerides. Järgnevalt esitatavate toimingute grupeerimisel pole lähtutud mitte niivõrd tehnilisest küljest, kui toimingute kasutusvaldkondadest arheoloogilises uurimistöös, samuti võimalustest rakendada neid Eesti arheoloogias.

#### **1.4.3.1. Kattuvus- ja klassifitseerimistoimingud**

Kattuvustoimingute abil tehakse loogilisi ja aritmeetilisi tehteid objektide või mitmete kaardikihtidega, lähtudes seejuures nii atribuutväärtustest kui topoloogiast. Kihtide liitmise ja lahutamisega vaadeldakse nende sarnasusi või erinevusi, loogilised operatsioonid aitavad leida erinevatele parameetritele vastavaid või mittevastavaid alasid. Korrutamise- ja jagamistehted loovad juba aluse modelleerimiseks (näiteks erinevate veetasemete modelleerimine). Kui rastermudeli puhul toimitakse iga üksiku tselli tasandil ning kõik nimetatud toimingud on lihtsalt teostatavad, siis vektormudelil, kus aluseks on geomeetrilised primitiivid, õnnestub kõige paremini atribuutväärtuste põhjal ühiste alade leidmine ning neist uute andmete loomine (samal väärtusvahemikus olevatele objektidele luuakse ühised uued väärtused). Klassifitseerimistoimingud võimaldavad jagada ruumilist andmestikku atribuutväärtuste järgi klassidesse ning omistada neile kaalutud väärtusi või

eelistusi, mille alusel neid ümber kombineeritakse ning esitatakse. Samuti võivad loodud klassid olla aluseks juba mainitud kattuvustoimingutele.

Kattuvus- ja klassifitseerimisülesandeid on maastiku erineva olemuse ja ilmega komponentide omavaheliste seoste uurimisel oluliseks peetud juba 20. sajandi algupoolel. Nii näiteks kasutas Tartu Ülikooli soome päritolu geograafiaprofessor Johannes Gabriel Granö Eesti maastiku rajoneeringu (ilmunud 1922. a ajakirjas “Loodus”) loomisel tol ajal innovaatilisi kartograafilise süsteemi meetodeid, mis seisnesid erinevate valdkondade skeemide üksteise pealeasetamises ning selle abil seaduspärasuste otsimises (Arold 1991, 36). Tänu võimalusele korraga analüüsida väga mitmeid komponente (kaardikihte), on kattuvus- ja klassifitseerimistoimingud leidnud aktiivset rakendust ka muistse asustuse ja keskkonna vaheliste seoste uurimisel ning muistse sotsiaalse maastiku rekonstrueerimisel (nt Green 1990).

Põhjamaades on kattuvus- ja klassifitseerimistoiminguid kasutatud arheoloogias kõige põhjalikumalt Helsingi Ülikooli arheoloogia õppetoolis. Sealne geoinformaatika spetsialist Tuija Kirkinen on Ida-Soome noorema rauaaja (9.–14. saj) asustuse uurimisel GIS-i abil analüüsinud komplekselt pinnamoe, aluspõhja, mullastiku, mullaviljakuse, veevõrgustiku ja taimestiku andmeid (Kirkinen 1996). Ta eristas erinevate tegurite ühildamisel keskkonnatingimuste poolest elamiseks enim sobivate alade klassid (5–0) ning vaatles nende seost teadaolevate muististega. Analüüsi tulemusena selgus, et Taipalsaari–Lappenranta piirkonnas paiknesid asulakohad ning matused soodsate alade läheduses, juhuleiud soodsatel ja väga soodsatel aladel ning linnused keskkonnategurite poolest elamiseks ebasoodsatel aladel (Kirkinen 1996, 43). Analüüsides asulakohtade ning karjakasvatuseks ja alepõllunduseks sobilike maade paiknemist, nentis T. Kirkinen, et viimased ei pruugi ilmingimata olla teadaolevate asulakohtade vahetus läheduses, küll on aga asulakohtade ja linnuste naabruses rohkem karja- ja heinamaaks sobilikke alasid kui kogu ülejäänud uurimispiirkonnas (Kirkinen 1996, 46–51).

#### 1.4.3.2. Naabrustoimingud ja levikumudelid

Ühine nimetaja – naabrusanalüüs – hõlmab mitmesugused objekti ja objektist määratud kauguseni ulatuva ala ehk naabrusega seotud toiminguid. Nii lähteobjekt kui uuritavad objektid võivad paikneda erinevatel kihtidel, samuti on võimalik naabritega teostatavate toimingute parameetreid määrata atribuutinfo alusel (nt leia kirikust 10 km raadiuses asuvad külakalmistud, kust on leitud vitssõlgi).

Puhvertsoonide abil luuakse objekti (selleks võivad olla nii punktid, jooned kui pinnad) ümber teatud raadiuse või ulatusega ala ning määratletakse alas paiknevaid objekte. Sellisel viisil on uuritud näiteks Lõuna-Eesti külakalmistute paiknemist linnade, mõisate ja kirikute suhtes (vt Valk 1999, joonis 20). Suurbritannia arheoloogid Gary R. Lock ja Trevor M. Harris on rõhutanud puhvertsoonide efektiivsust muinsuskaitse töös. Vastava andmestiku olemasolu korral on võimalik puhvertsoonide abil leida muistise kaitsevööndisse jääva ala maakasutajad ning nendega seonduv info (Lock & Harris 1991, 170).

Lähima naabri mudelit kasutades luuakse punkti ümber võimalikest suurim, naaberaladega mittekattuv ala, kus kahe regiooni vaheline piir asetseb mõlemast punktist võrdsel kaugusel. Selliselt moodustunud regioonidele ehk Thiesseni polügonidele lisandub GIS-is automaatselt punktide atribuutinfo. Arheoloogias on – osaliselt ka nende manuaalse valmistamislihtsuse tõttu – Thiesseni polügonide konstrueerimine üsna levinud. Lähtudes sellest meetodist on näiteks Valter Lang püüdnud määratleda Põhja-Eesti Ülemiste–Jägala, Jägala–Valgejõe ja Harku–Klooga asustusmassiividesse kuuluvate eri perioodide asustuspiirkondade ulatust (Lang 1996, 376). Thiesseni polügonide piiratusele asustuse mõjuala uurimisel on osutanud mitmed teadlased (Renfrew & Bahn 1991, 159; Aronoff 1995, 218). Herbert D. G. Maschner peab Thiesseni polügonide põhjal loodud asustusmudelite peamisteks miinusteks maastiku iseärasuste mitteamistamist; samuti puuduvad neis asustusüksuste erinevat poliitilist mõjukust, asustuse suurust, majandusliku produktiivsust jms arvestavad parameetrid (Maschner 1996, 10). David Wheatley sõnusi ei ole Thiesseni polügonide vanamoodsus

arheoloogias tingitud mitte meetodi ebaadekvaatsusest, vaid selle ebaõigest kasutamisest (Wheatley 1996, 76). Kaasaegsetes GIS-i programmides on mitmeid teistsuguseid meetodeid keerukamate asustusanalüüside teostamiseks ning Thiesseni polügonid on oma koha leidnud lihtsamate punktist–regiooniks mudelite genereerimisel, mille tüüpiliseks näiteks võiks olla mullaproovide andmetel mullastiku regioonide ja kontuuride loomine ning nende alusel mullastikukaardi koostamine.

GIS-i programmides kasutatavad levikumudelid võimaldavad määrata nii üksiku objekti mõjuala ulatust kui mitmete objektide omavahelisi mõjualasid. Leviku ulatuse määramisel lähtutakse lisaks objektide omavahelisele kaugusele ka nende atribuutväärtustest, mistõttu on mudeli loomisel võimalik arvestada väga erinevate parameetritega nagu suurus või objektidele omistatud tähtsusklass jms.

#### **1.4.3.3. Digitaalne maastikumudel**

Maastiku reljeefi saab GIS-is esitada digitaalse kõrguste mudelina, mis annab ruumilistele analüüsidele juurde kolmanda mõõtme. Mudeli loomise aluseks on digitaalne kõrguste andmestik, mis võib olla esitatud nii korrapärase võrgustiku (andmed korrapäraselt paiknevate kõrguspunktidenä), kontuuride (samakõrgusjooned), profiilide (ebakorrapäraselt paiknevad punktid) või trianguleeritud ebakorrapärase võrgustikuna (TIN)<sup>12</sup> (Aronoff 1995, 121). TIN-i, milles ebakorrapäraselt paiknevatest punktidest moodustatakse omavahel ühendatud kolmnurksete tahkude võrgustik, eripäraks on orienteeritus vektormudelile. Kui rastermudeli puhul jääb tselli ruudu kuju kolmemõõtmelise ruumi loomisel piiravaks teguriks, siis TIN on kolmnurkade suuruse varieerimise läbi palju paindlikum keeruliste reljeefide (nt mäeseljakud, oru põhjad, mägede tipud) täpsemal esitamisel (Aronoff 1995, 180). TIN-mudelit kasutati ka Rõuge kihelkonna digitaalse maastikumudeli loomisel. Kuna kõrgusandmed kajastavad maastiku reljeefi teatud vahemaa tagant,<sup>13</sup> ent kolmemõõtmelise ruumi loomiseks on vaja igale

---

<sup>12</sup> *Triangulated Irregular Network*.

<sup>13</sup> Eesti digitaalsel baaskaardil paiknevad samakõrgusjooned 5 m vahemaaga, Eesti põhikaardil on samakõrgusjoonte vahemaaks 2,5 m.

ruumipunktile omistada väärtus, siis kasutatakse interpoleerimistehnikaid, et anda olemasolevate punktide kaudu väärtused puuduvatele ruumipunktidele. Interpolatsiooni tehnikaid on mitmeid<sup>14</sup> ning nende tulemus võib olla erinev (Kvamme 1990, 115).

Kenneth L. Kvamme Arizona ülikoolist on oma mitmes digitaalsete maastikumudelite loomise algoritme ning võimalusi käsitlevas artiklis nimetanud seda mudelit üheks parimaks võimaluseks ühendada arheoloogias oluline visuaalsus ning laiendatud ruumianalüüs (Kvamme 1989, 158; 1992, 134). USA Arizona osariigi Marana piirkonna muistsete põldude uurimisel on K. L. Kvamme digitaalsele maastikumudelile tuginedes määranud kungaste nõlvade kaldeid, selgitanud välja kallakute orienteeritust ilmakaarte suhtes, uurinud muistset dreanaži ning jälginud põllusüsteemide ja agaavitaimede kasvatamiseks laotud kivikuhikute asetsemist nende faktorite suhtes (Kvamme 1992).

Üsna uudsed on kõrgusmudeli abil tehtavad vaatevälja ja nähtavuse uuringud, mille abil eristatakse valitud vaatepunktist nähtav ala või piirkond, kust antud punkt on nähtav. Mitmesuguste parameetrite – nagu näiteks vaatepunkti asukoht mäel, kõrgus maapinnast, vaatamissuund ja nurk – varieerimisega (Aronoff 1995, 235) on võimalik simuleerida muistset situatsiooni või kasutada seda hoopis muististe rekonstrueerimise planeerimisel. 1996. aastal ilmunud artiklis tutvustavad Scott L. H. Madry ja Lynn Rakos vaatevälja analüüsi kasutamist Prantsusmaal Burgundia Arrouxi jõe piirkonnas kelti rauaaegsete linnuste ning nende vahelise teede võrgustiku uurimisel (Madry & Rakos 1996). Igas linnuses neljast vaatepunktist tehtud nähtavusanalüüs osutas, et rauaaegseid linnuseid ühendavad kelti kaubandusteel rajati pigem linnuste vaatevälja ja kaitseulatust arvestades (86% teedest oli pidevalt mõne linnuse vaateväljas) kui otsemaid ja kergemini läbitavaid radasid jälgides (Madry & Rakos 1996, 111).

---

<sup>14</sup> GIS-i tarkvara *Vertical Mapper* võimaldab 4 interpolatsiooni tehnikat: triangulatsioonil, naabrusanalüüsil, kaalutud kaugusel ja täisnurksel (bilineaarne) interpolatsioonil põhinevat.



## 1.5. Analüüsi esitus

GIS-i abil kogutud ja analüüsitud tulemusi võib edastada mitmel viisil. Tekstiliseks väljundiks võivad olla tabelid, nimekirjad ja loetelud ning graafiliseks väljundiks kaardid, skeemid ja graafikud. Lisaks traditsioonilistele väljunditele on üha olulisemaks muutunud digitaalväljund. Digitaalset informatsiooni on lihtne muuta, täiendada ja edastada ning seda on võimalik piiramatu arv kordi kopeerida, ilma et info väheneks või kvaliteet halveneks. Kuna kaartidel edastatava info paremaks mõistmiseks kasutatakse rohkelt erinevaid värve, siis on digitaalne väljund sageli oluliselt odavam kui kvaliteetne trükis.

19. sajandi nn antropogeograafide koolkonna mõjul muutus levikukaartide koostamine sajandivahetuseks arheoloogide igapäevase uurimistöö koostisosaks ja on jäänud selleks kuni tänapäevani (Lang 1996, 339). Levikukaardid või – terminoloogias täpsemalt väljendudes – temaatilised kaardid on GIS-is üks levinumaid andmete visualiseerimise võimalusi. Eriti vektormudelile orienteeritud GIS-is on temaatilisel kaardil võimalik kajastada väga mitmesuguseid eriilmelisi nähtusi nagu näiteks objektide individuaalseid väärtusi, mingi nähtuse levikut (levikukaardid), selle erinevaid vahemikke või eri tüüpi nähtuste suhet (sektordiagramm). Levinumateks temaatiliste kaartide tüüpideks on koropleet-, punkt-, sümbol-, diagramm-, pindala- ja vookaardid. Ühel kaardil võib esitada mitmeid omavahel kombineeritud nähtusi: levinud on koropleetkaardi ja sümbolkaardi kombinatsioon, samuti punktkaardi ja koropleetkaardi komplekstulem. Heiki Valgu 13.–18. sajandi Lõuna-Eesti külakalmistuid käsitlevas teoses on mitmete üsna keeruliste temaatiliste kaartide loomisel arvestatud kuni kuue erineva teguriga, kasutatud on suuruse vahemike ning sektordiagrammide kombinatsioone (Valk 1999).

## **2. Rõuge kihelkonna looduskeskkond, muistised ja GIS-i rakendusvõimalused**

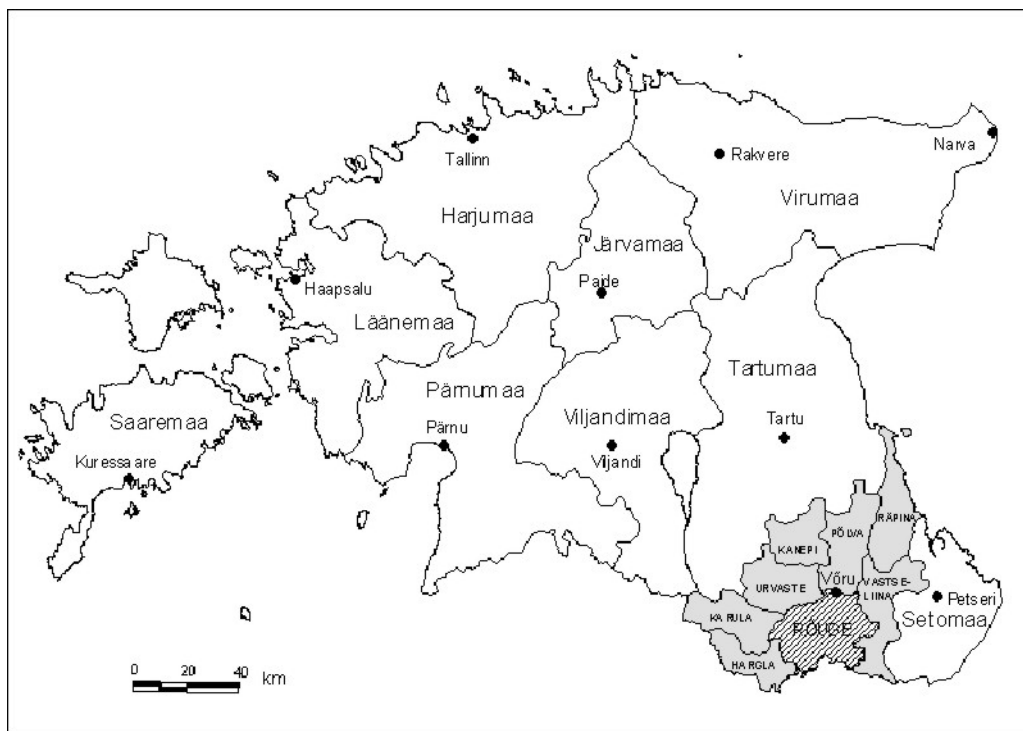
### **2.1. Lähtekohad asustuse ning looduskeskkonna vaheliste seoste uurimiseks**

Alates 1922. a ilmunud Arne-Michaël Tallgreni uurimusest, kus seostati muististe leviku maaviljeluseks kõlbulike alade paiknemisega ning arvestas kiviaja leidude leviku juures omaaegset maismaa ja vete vahet (Tallgren 1922), on asustuse ning looduskeskkonna vaheliste seoste uurimisvajadusele Eesti arheoloogias pööratud kord rohkem, kord vähem tähelepanu. Uuesti tihenunud koostöö arheoloogia ja loodusteaduste vahel 1960. aastatel tõi muutusi ka asustusarheoloogilistesse uuringutesse. 1966. aastal ilmus Tanel Moora Pandivere läänenõlva I aastatuhande I poole asustust käsitlev artikkel, kus ta osutas erinevate looduskomponentide, nagu maastiku reljeefi, mullastiku ja vetevõrgu suurele osakaalule muinasaegse asustustiheduse kujunemisel ning vajadusele neid komplekselt uurida (Moora 1966). Sama suunda jätkas ka Aarend-Mihkel Rõugu ja Evald Tõnissoni ühisartikkel Lõhavere ümbruse maaviljelusliku asustuse kujunemisest ja arengust rauaajal (Rõuk & Tõnisson 1984). 1990. aastatel on oluliselt suurenenud mikrorajoonide interdistsiplinaarsete uurimuste hulk. Peamiselt programmi PACT (*European Network of Scientific and Technical Cooperation for the Cultural Heritage*) raames on ilmunud loodusteaduste ja arheoloogia ühisuurimusi Hiiumaa, Maardu, Kunda, Riigiküla, Otepää ja Siksali ümbruse kohta.

GIS-i ülesehitusest ning võimalustest lähtudes peaks see tehnoloogia olema äärmiselt sobilik mingi geograafilise piirkonnaga seotud eriilmeliste andmete ühendamiseks ning nende põhjal analüüside teostamiseks. Toetudes senistele arheoloogia ning loodusteaduste uuringutele võetakse käesolevas töös muististe ja looduskeskkonna seoste vaatlemisel lähtealuseks kolm eelpool mainitud looduskomponenti: pinnamood, veestik ning mullastik.

## 2. 2. Rõuge kihelkonna loodusolud ja nende kujunemine

Võrumaa ajaloolis-territoriaalne üksus Rõuge kihelkond (joonis 7) paikneb maastikuliselt kahe suure geokompleksi – Haanja kõrgustiku ja Hargla–Võru orundi alal (joonis 8). Kihelkonna piiridesse jääb Haanja kõrgustiku tuumikala ning selle selgemalt välja kujunenud jalamid loode- ja põhjaosas. Piirkonna lääne- ja edelaosa maastikupilti määrab Hargla nõo põhja- ja keskosa. Kihelkonna põhja- ja loodeosa ilme on kujundanud Peipsist lähtuv Võru orundi lääneosa. Nii pinnamoe, geoloogilise kujunemise kui ka teiste looduskomponentide poolest üksteisest erinevad geokompleksid on loonud erinevad võimalused asustuse kujunemiseks.



Joonis 7. Eesti ajaloolised maakonnad ja Võrumaa kihelkonnad.

### 2.2.1. Pinnamood ja geomorfoloogia

Rõuge kihelkonna pinnamood on suures osas kvaternaari ajastu mitmekordsete mandriliustike pealetungide ja taandumiste vorming. Haanja kõrgustiku künklik-nõgus nüüdisreljeef kujunes peamiselt piki Peipsi–Pihkva nõgu (Peipsi jäävool) ja Võrtsjärve nõgu (Võrtsjärve jäävool) enam-vähem põhja-lõuna suunaliselt liikunud jäävoolu kokkupuutealal. Juba kvaternaari ajastu eel jäi Haanja kõrgustiku piirkond ümbritsevatest

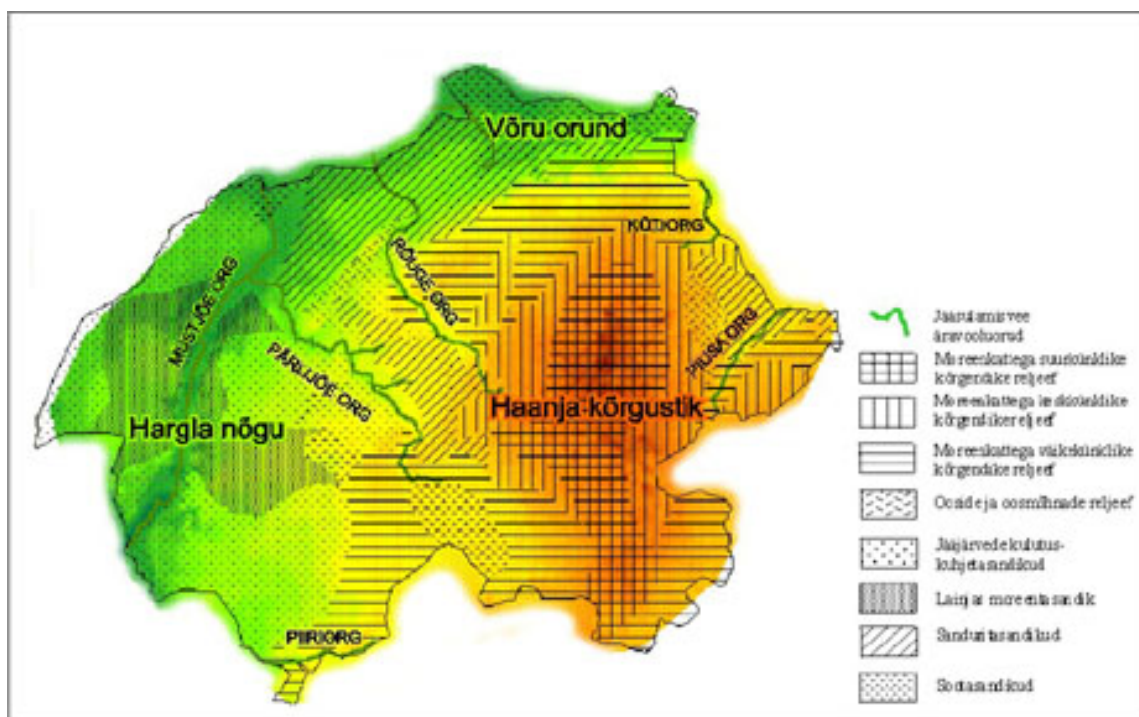
aladest u 50–100 m kõrgemaks (Raukas & Karukäpp 1979, 11). Kõrgem ala takistas liustike liikumist ja soodustas sellega liustikusetete kuhjumist, mistõttu lõppes iga uus jäätumine või selle staadium kõrgustiku suurenemisega nii pindalalt kui kõrguselt. Haanjale, nagu ka teistele akumulatiivsetele saarkõrgustikele (Otepää), on iseloomulik künklik reljeef, suur – kohati üle 100 m ulatuv – kvaternaari setetekihi paksus, suhteliselt suur absoluutkõrgus, selgelt piiritletavat kõrgustikunõlvad, jääpaisjärveliste setetega kaetud lavajad pinnavormid veelahkmelistel aladel ja aluspõhjaline tuum (Raukas & Karukäpp 1979, 11).

Kõrgustiku keskosas reljeefi kõrgematel osadel moodustusid irdjääs liustikusisesed jääpaisjärved. Neisse kuhjunud setetest kujunesid peale ümbritsevate jääpangaste sulamist ning vete laialivoolamist piklikud vaarad ja künkad – limnoglatsiaalsed mõhnad. Jää sulamise intensiivistudes tekkisid liustike jäälohedesse kuhjunud kaldkihiliste setete tulemusel mitmesuguse kujuga fluviomõhnad. Peenemastruktuurilise materjali kandsid veed jäälohedest orgudesse ja nõgudesse, kust neist kasvasid sandurid ja jääjärvetasandikud (Arold 1968, 195). Iga uus jää pealetung hävitas osaliselt eelmise jäätumise pinnavormid, kuid ala üldine kõrgus ning iga jäätumisega suurenenud reljeefi kõrgusvahed mõjutasid liustikku siiski niivõrd, et kõrgustiku kujunemise põhietapid kordusid taas (Raukas & Karukäpp 1979, 23). Nii moodustavad ka tänapäeva reljeefis Haanja kõrgustiku keskosa (Ruusmäelt Uue-Saaluseni) lamedaelised (suhtelise kõrgusega 25–60 m) ja järsunõlvalised (nõlvakaldega 12–30°) künkad ja vaarad, mille lagedel esineb omakorda väiksemaid kühme või nõgusid (Arold 1968, 194). 260 m samakõrgusjoon piiritleb kahte kõige kõrgemat piirkonda, mis on teineteisest eraldatud Vaskna mattunud oruga. Kõrgustiku keskosa on ümbritsetud keskmiste (10–20 m) ja väikeste (2–10 m) küngaste ning vaarade vööndiga, mille kunagised jäasulamisvee äravooluorud, nagu Pärlijõgi, Rõuge, Piusa ja Kütiorg, tükeldavad mitmeks kõrgendikuks (joonis 8). Küngaste ja vaarade vööndeid ääristavad omakorda oosid ja mõhnad, mis nii kõrgustiku välisserval kui ka sisenõgudes lähevad lõpuks üle sandur- ja sootandikeks. Suurimad sood on moodustunud kõrgustiku edela- ja kaguosas. Haanja kõrgustiku lõpetavad põhjas ja läänes mõhnadevööndid ja sanduritasandikud juba 120 m kõrgusel. Edelaosas, Varstust lõuna pool esineb üksikuid kõrgustiku põhialast eraldatud

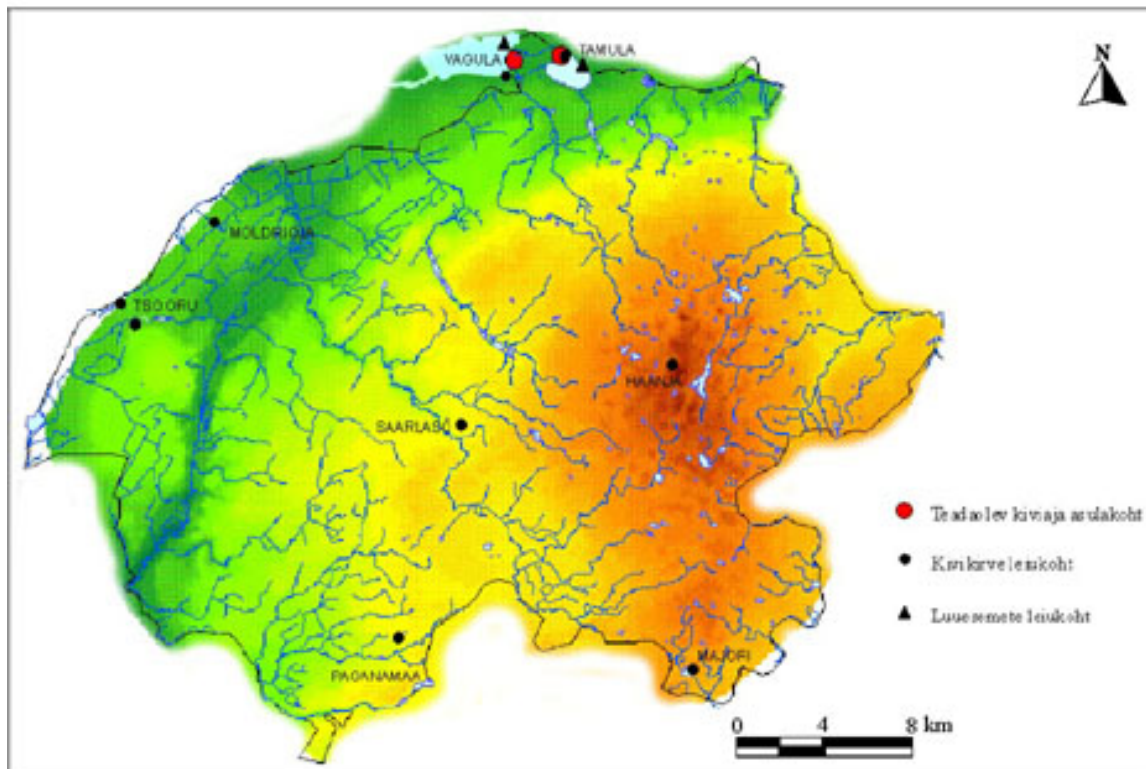
moreenkünkaid. Lõunas ulatub kõrgustik Läti aladele Aluksne ja ka Ida-Vidzeme nime all. Idas jätkub see Vastseliina kihelkonna alal ja Setomaal, kaotades oma ilme Irboska lähistel.

Kihelkonna põhja- ja lääneosa maastiku ilmet määravad Võru orund ja Hargla nõgu paiknevad aluspõhjalistel vagumustel. Peipsi–Pihkva nõost lähtuv Piusa–Võru vagumus liitub loodes Valga nõoga. Liitumiskohalt hargneb edelasse Haanja kõrgustikku Karula kõrgendikust eraldav Võru–Aheru vagumus. Viimase valdai jäätumise ajal kujundas Võru–Hargla orundit sedamööda kulgenud kitsas liustikukeel, mis oli hargnenud Peipsi jäävoolust (Raukas & Karukäpp 1979, 20). Praegune Hargla nõo pinnamood kujutab endast kunagiste jääpaisjärvede kulutus-kuhjetasandikke, mille absoluutne kõrgus ulatub 55 meetrist nõo põhjas kuni 115 meetrini Haanja kõrgustiku servaalal. Võru orundis on määravamaks lainjad sandurid ja sootasandikud.

Kui ülejäänud Eesti hakkas mandrijää raskuse alt vabanedes kerkima, siis Kagu-Eestis, mis asus viimase jäätumise ajal õhema jääkatte alal, pole olulist kerkimist olnud. Haanja kõrgustiku absoluutkõrgus on üldse aegade jooksul vähe muutunud. Elvi Tavaste andmetel võis Balti jääpaisjärve ajal Haanja aluspõhjalise kõrgustiku põhjanõlv olla küll ilmselt praegusest järsem, kuid vaid umbes 5 m madalamal (Tavast 1989, 469). Tänapäeval Kagu-Eesti hoopiski vajub, Võru–Luutsniku joonel ligikaudu 1 mm aastas (vt Raukas 1995, joonis 25).



Joonis 8. Rõuge kihelkonna pinnamood.



Joonis 9. Kiviaja asulakohad ja kivikiviste juhuleiud Rõuge kihelkonnast.

### 2.2.2. Veestik

Liustiku sulamise ning kohalike jääjärvede põhja maismaastumisega algas uue vooluvetevõrgu ja põhjavete kujunemine. Haanja kõrgustikul mõjutas pleistotseenireljeef holotseeni jõgedevõrgu ja järvede kujunemist tunduvalt rohkem kui aluspõhjareljeef (Tavast 1989, 465). Kõrgustiku irdjääväljade sulamisel alla voolanud vesi uuristas sügavad ja laiad orud, mille kaudu sulamisveed voolasid Võru–Hargla orgu, kust suubusid Koiva oru kaudu lõpuks Kesk-Lätis paiknevasse jääpaisjärve (Hang & Loopman 1995, 301). Kuni 25 m sügavuse, kagu–loode suunalise Pärlijõe orus lookleb tänapäeval Pärlijõgi, mis Sänna lähedal suubub Hargla nõo põhjas voolavasse Mustjõkke. Rõuge orus on setete kuhjumise tulemusel moodustunud omavahel ühendatud järvede ahel, millest välja voolav Rõuge jõgi suubub Võhandusse veidi enne Vagula järve. Kõrgustiku keskkünklike mõhnastike alalt algab kunagise mattunud oru kohal kujunenud Kütiorg. Kohati üle 50 m sügavuse oru põhjas vuliseb juba Vaskna järvest lähtuv ning lõpuks Noodasjärve suubuv Iskna oja. Haanja kõrgustiku tuumikala idaosast alguse saavas Piusa orus voolav jõgi kannab oma veed Peipsisse. Piki Eesti–Läti piiri kulgevas ida–lääne suunalises Piiriorus (sügavus 30 m) on kujunenud Rõuge orule sarnane järvedeahelik, millest väljuv Peeli jõgi, ühinedes Vaidava jõega, suubub Mustjõkke. Kuni 1 km laiuse Hargla nõo põhjas voolav Mustjõgi saab alguse Karula kõrgustiku idaosas paiknevast väikesest Kaugjärvest. Voolates alguses kirde suunas teeb jõgi u 70 m samakõrgusjoonel kaare ning suundub mööda Hargla nõgu edelasse, suubudes hiljem Koivasse.

Pleistotseeni lõpus oli küngastikes tuhandeid väikejärvi, mis tekkisid enamasti jää taandumisel kauem säilinud jääpankade sulamisonõgudesse (Arold 1991, 98). Kunagiste mattunud sügavate orgude piiridesse kujunenud järvede nõod nagu Vaskna ja Kavadi on väga liigestatud kaldajoonega. Kõrgustiku servaaladesse lõikunud orgudes on järved aga pikad, kitsad ja sügavad. Kui Haanja kõrgustikul tuleb iga 100 km<sup>2</sup> kohta umbes 16 järve, siis Pärlijõe ümbrus seevastu on äärmiselt järvevaene. Ivar Aroldi arvates võib see olla tingitud vett neelavatest lõhelistest kivimitest aluspõhjas (Arold 1968, 198). Aegade jooksul on järvenõgudes toimunud settimise tulemusena enamik järvi kinni kasvanud. Järvede soostumine ja rabastumine on tänapäevalgi jätkuv protsess. Järvede

kinnikasvamise tulemusena kujunenud soosetted hõlmavad näiteks Plaani ja Võru–Kubja vahemikus 17–18% ning Ruusmäe ja Viitina ümbruses 22% pindalast (Arold 1979, 72). Niisked ja kohati soostunud on ka suuremate reljeefivormide madalad nõod lagedel ja küngaste vahelised lohud. Küngaste nõlvadelt avanevatelt vettpidavatelt kihtidelt väljuvate allikate ümber on nõlvadel tekkinud allikasoid, mõnikord isegi 7–8° kalde puhul (Arold 1968, 196).

### **2.2.3. Mullastik**

Rõuge kihelkonna põhja- ja lääneosa (Võru–Hargla orundi piirkond) kuulub Lõuna-Eesti kamar-leetmuldade Valga–Põlva allvaldkonda, mida iseloomustab keskmiselt ja tugevasti leetunud muldade levik (joonis 14). Peamised mullad on leetunud liiv- ja saviliivmullad ning leede-liivmullad. Enamik sealsetest muldadest on kujunenud kahekihilisel lähtekivimil, mille puhul punakaspruun liivsavimoreen on kaetud saviliivade, kohati ka liivadega. Üldine põllumuldade viljakus on madal ja alla keskmise, eriti väikese loodusliku viljakusega on tugevasti happelised leede-liivmullad (Rõuk 1992, 35). Kihelkonna viljakaimad põllumaad, mis Eesti kontekstis jäävad ikkagi alla keskmist viljakustaset, asuvad Mustjõe ääres ja Sänna–Rõuge–Nursi–Kasaritsa joonel. Mustjõe ümbruse ja Võru orundi madalamatel aladel esineb soostunud leetmuldasid ja madalloomuldi.

Haanja kõrgustikul on kujunenud erosiooniohtlike ja erodeeritud muldade valdkond. Erosiooniga kantakse küngaste kõrgematelt osadelt muld nõlvadele ning kuhjudes kallakute jalamile moodustab see huumusrikka deluviaalmuldade kihi. Pealekantud settekihi paksus kõigub harilikult 1–2 m piires (Kask 1984, 141). Erodeeritud mullad kuuluvad Lõuna-Eestis peamiselt kamar-karbonaatmuldade ja leetmuldade tüüpi, deluviaalsed mullad aga kamar-leetmuldade ja soostunud kamarmuldade tüüpi (Kask 1996, 216). Erodeeritud muldade paiknemine maastikul on tihedalt seotud reljeefiga; mida keerulisem on reljeef, seda mitmekesisem on nende muldade levikupilt. Üldiselt on muldade ärauhutumine intensiivsem nendel nõlva- või veeruosadel, kus maapinna kalle jalami suunas pidevalt suureneb. I. Aroldi 1968. a Eesti Looduses ilmunud kallakuse ja



erosiooni intensiivsuse seost kajastavas tabelis (Arold 1968, 198) on toodud järgmised andmed:

kallakusvahemik	mulla erosiooni intensiivsus	niiskusaste
2–6°	nõrgalt erodeeritud mullad	kuiv ja parasniiske
6–12°	keskmiselt erodeeritud mullad	kuiv
12–20°	tugevasti erodeeritud mullad	kuiv ja väga kuiv
20–25°	väga tugevasti erodeeritud mullad	väga kuiv

Rein Kase andmetel on Haanja kõrgustikul erosioonist haaratud 52,9% haritava maa muldadest (Kask 1996, tabel 8.2.). Nõgudes ja orgudes kujunenud deluviaalmullad moodustavad kõrgustiku muldadest üle 20 % (Arold 1968, 198).

Suurim erosiooni tekitaja vee- ja pindmise erosiooni kõrval on tehnogeenne, st inimese poolt kündmisega põhjustatud erosioon. Sajandeid kestnud maaviljeluse vältel on Haanja kõrgustikul olnud erosioon süvenev protsess. Kuna erosiooni tugevus on sõltuv künnimasinate liikumiskiirusest<sup>14</sup>, siis on intensiivselt haritavatel maadel erosioon tugevnenud eriti 20. sajandi II poolel. Erodeeritud mullad on vähehuumuslikud ning seetõttu ka väikese viljakusega. Erosiooni läbi viljakuse kaotanud põlde on maha jäetud mitmesugustel ajajärgudel. Enamasti on sööti jäetud just erosioonist tugevasti haaratud järskudel kallakutel olevad põllud. Mahajäetud põllumaad võsastuvad ja metsastuvad või kattuvad tiheda rohukamaraga; kiirendatud erosioon lakkab ning algab mulla taastumine. Aja jooksul kujunevad nendest lähtemuldadega samatüübilised mullad. Praeguste metsaalade kunagisele kasutamisele põlluna osutab ka künniterrasside olemasolu kõrgendike jalamiosas (Kask 1996, 206).

<sup>14</sup> Mida suurem on liikumiskiirus kündmisel, seda kaugemale langu suunas nihkub künniviilu raskuskese ning suureneb mullamassi mittekompeeritav liikumine kallaku langu suunas (Kask 1996, 206).

### 2.3. Rõuge kihelkonna muistised

Seoses üle-eestilise muististe kirjeldamisega on A. Suik 1922. aastal kokku koondanud kõik teadaolevad andmed Rõuge kihelkonna muististe kohta.<sup>15</sup> Lisaks varasematele, juba 19. sajandil Jaan Jungi poolt kogutud teadetele, on Suik rohkelt lisanud uusi andmeid, samuti muististe kirjeldusi ning asukohaskeeme. Suulist pärimust *vanade asjade ja muistsete paikade* kohta on 1927. aastal Rõuge kihelkonnas kogumas käinud E. Blumfelt. Uusi andmeid Rõuge kihelkonna kivikalmetest on 1930. aastatel lisandunud Eerik Laiu ja Osvald Saarde uurimistöö tulemusena. 1940. aastatel keskendusid arheoloogilised uuringud vaatlusaluses piirkonnas kiviajale. 1938. aastal avastatud ning järgneval kahel aastakümnel Richard Indreko, Harri Moora ja Lembit Jaanitsa poolt kaevatud Tamula kiviaja asula uurimistulemused on olnud põhjanevad mitte ainult Rõuge, vaid kogu Eesti kiviaja käsitlustele. Täiesti uus pilt kihelkonna ajaloost kujunes seoses H. Moora ja Marta Schmiedehelmi poolt Rõuge linnusel ja asulakohal 1950. aastatel läbiviidud kaevamistega. 1950.–60. aastatel Silvia Laulu poolt kaevatud Sadrametsa ja Virunuka tarandkalmete rikkalik leiumaterjal ning Aita Kustini Krigulipalu kääbaste uuringud laiendasid oluliselt seniseid teadmisi Lõuna-Eesti rauaaegsetest matusepaikadest. 1980.–90. aastatel intensiivistunud arheoloogiliste inspeksioonidega Silvia Laulu, Ain Mäesalu, Jüri Peetsi ja Heiki Valgu poolt on uusi andmeid lisandunud peamiselt raua- ja keskaegsetest asulakohtade ning matusepaikade kohta. Projekti “Arheoloogia ja suuline traditsioon” raames 1999. aastal alanud Rõuge kihelkonna arheoloogilise inspekteerimise esimesed tulemused täiendavad kihelkonna rauaaja ja keskaja asustuspilti veelgi.

Teadmised Rõuge kihelkonna asustusest **kiviajal** (kuni u 1500 e. Kr) on seotud Tamula ja Vagula järvede äärse asustusega. Alates mesoliitikumi juhuleidudest Vagula järvest, kuni nöörikeramika leidudeni Tamula asulas, on Vagula–Tamula järvede vaheline ala üks kiviaja suurima leiutihedusega piirkondi Eestis (Kirstaja 1997). Lisaks Tamula–Vagula asustusega seonduvale, on ülejäänud kihelkonna alalt teada vaid üksikuid kivikirveste juhuleide (joonis 9), millest suur osa pärineb kiviaja lõpust või pronksiaja algusest. Kolm kivikirvest on leitud Tsooru piirkonnast Mustjõe lähedalt. Haanja kõrgustikult Munamäe ümbrusest on leitud kaks

---

<sup>15</sup> Rõuge kihelkonna Pindi valla kirjeldus on koostatud 1922. aastal O. Urgarti poolt.

ebakindlate leiukohaandmetega kivikirvest. Vaid küla tasandil lokaliseeritavad on Paganamaalt ja Pärlijõe lähedalt Saarlase külast leitud kivikirved. E. Blumfelti 1927. aastast pärinevatel andmetel on kaks kivikirvest leitud ka Majori järve idakaldalt.

**Varase metalliaja** (u 1500 e. Kr – 50 p. Kr) arheoloogiline andmestik on veelgi napim. Ainukesed selle perioodi asustusele viitavad muistised on kaks lohukivi Mustjõe läänekaldal Säna ja Kõrgepalu vahel.

**Rooma rauaajast** (u 50–450) on teada mitmeid, sh ka põhjalikult uuritud matmispaiku (joonis 10). Perioodile iseloomulikke tarandkalmeid Virunukas on uurinud Silvia Laul. 1957.–1964. aastal läbiviidud arheoloogiliste kaevamiste tulemusena selgus, et tarandite ehitamist on alustatud 2. sajandil (II ja IV kalme). Järgneval sajandil jätkati matmist nii olemasolevatesse kui ka kahte uude kalmesse (I ja III kalme). Ilma tarandilise konstruktsioonita V kalme on kõige hilisem. See rajati ilmselt 4. sajandi lõpus ning maetud on seal kuni 6. sajandini (Laul 1965, 349). Samas piirkonnas, Virunuka kalmetest u 400 m edelas asub Viru Vasara kivikalme ning Virunukast u 1,5 km põhja poole on Mustjõe lähedal Sänapalu kivikalmete kompleks. Kasaritsas Hannustõ kivikalmel teostas arheoloogilisi uuringuid 1931. aastal Eerik Laid. Nii põletatud kui põletamata matuseid sisaldavast kalmest leitud varast tüüpi profileeritud kaarega sõlg aitas kalme rajamist dateerida 2. sajandi keskpaika (Schmiedehelm & Laul 1970, 159). 1959. aastal S. Laulu poolt teostatud kaevamisega selgus, et kihelkonna edelaosas paiknevatesse Sadrametsa tarandkalmetesse on maetud 2.–4. sajandi vältel. Samas piirkonnas, Sadrametsast 1 km ida pool asuvad veel Ala-Saki ja Pundi kivikalme. Viitinaast u 1,5 km kaugusel ida pool asuvad Jugumetsa kolm kivikalmet, mida rahvapäraselt ka *Vareti kivideks* kutsutakse. Paganamaal Kikkajärve põhjakaldal paiknevate Hansuli kivikalme ja Vana-Laksi nn *Vorotka kivide* kohta on rahvaluulelisi teateid juba 19. sajandist. Lisaks mainitud Hannustõ kalmele, on kihelkonna põhjaosas leitud kivikalmeid ka Nursist, Rasvast ja Järveotsalt. Hargla nõo serva alal, Mustjõeest lääne pool, asuvad Kangsti küla Oinaveski kalmed. Mustjõe vastaskaldal asuvast Vana-Roosa kivikalmest on tänaseks säilinud vaid kalmease.

Hoolimata üsna arvukatest kivikalmetest piirdub teadaolevate asulakohtade arv kahega. Rõuge asulakoha põhiline kasutusaeg langeb küll hilisemasse, linnusega seotud ajajärku,

kuid mitmed leiud osutavad asula tekkimisele juba rooma rauaajal. Haanja kõrgustiku keskosas Külajärve lähedal asuv Plaani asulakoht avastati 1987. aastal keskaegse kalmistu uurimisel. Avaasula leiumaterjal sisaldas käsitsi vormitud siledaseinalist ja tekstiilivajutustega keraamikat (Laul & Kihno 1999, 13). 20. sajandi alguses Vagula idakaldalt leitud peitleiust on muuseumisse jõudnud kahjuks vaid üks, kuid see-eest kaunis emailitud keskosaga ketassõlg (Lõugas & Selirand 1989, 375).

**Keskmise rauaage** (450–800) toob muutuse matmiskommetesse. Tarandkalmete asemel hakati matma ilma struktuurita madalatesse kivikalmetesse. Üks sellistest kalmetest on asunud Kasaritsas. Võimalik, et edasi maeti ka vanadesse tarandkalmetesse või põletatult maahaudadesse, kuid hauapanuste vähesus sel perioodil ei lase neid matuseid selgesti eristada. Rohkem kui kivikalmeid on selle perioodi matusepaikadest uuritud kääpaid. Sellest ajast pärinevad Krigulipalo, Vana-Saaluse, Võru-Kubja ja Võru-Kintssaare kääpad (joonis 11).

Rõuge asula elanikud on hakanud tähelepanu pöörama kaitseehitistele. 6. sajandil rajati asulakohast lääne pool olevale neemikule linnus, mida on kasutatud kuni 11. sajandini. Linnuse õu on 1950. aastatel Harri Moora (kaevamised 1951–1952) ja Marta Schmiedehelmi (1953–1955) poolt täielikult läbi kaevatud. Linnuse idapoolsetes kaitseehitistes eristati kuut ehitusjärku. Peale viimast põlengut 11. sajandil linnust enam ei taastatud. Rõuge linnusega ilmselt samal ajal on kindlustama hakatud ka Nooska Liinamäge.<sup>16</sup> Rõugest vaid 6 km kaugusel kirdesuunas jõekäärus järsunõlvalisel neemikul paiknev linnamägi avastati 1957. aastal. Haanjast 3 km põhja pool asuv Kaloga linnamägi avastati aga alles 1999. aastal. Keskmisel rauaajal on alguse saanud Kõrgepalu lähedal väikese oja mõlemal kaldal paiknev Hurda asulakoht ja Tootsi lähedal asuv Palgi küla asustus. Samuti võib praeguse Ruusmäe keskusest edelas paiknevat asulakohta pidada leiumaterjali järgi keskmisel rauaajal tekkinuks.

**Noorema rauaaja** (800–1220/50), eriti viikingiaja (800–1050) teadaolevate muististe arv on üsna kasin (joonis 11). Nagu eelnevalt mainitud, oli Rõuge linnus noorema rauaaja lõpusajanditel ilmselt oma tähtsuse kaotanud. Mõnesaja meetrise asustusihi kega on

jätkunud keskmisel rauaajal tekkinud Palgi asustus. Noorema rauaajal on püsiasiustus kujunenud ka Mustjõe lääne-kaldal olevasse Heedusse ja Külajärvest edelasse jäävasse Kõokülla. Ilmselt on muinasaja lõpusajanditel alguse saanud ka Meegomäe, Plaksi, Räpo ja Haki asulad. Noorema rauaaja matmispaikadest on vähe andmeid. II aastatuhande algul on rajatud kääpad Plaanisse. Veidi täiendavad muististe levikupilti mitmed ohvrikivid ja ohvriallikad ning Nogust leitud aardeleid.

Nagu eelnevalt esitatust nähtub, ei ole olemasolev arheoloogiline andmestik Rõuge kihelkonna alalt eriti mahukas. Enamike perioodide kohta on andmed kas väga napid või liiga ühekülgsed, et otsustada nende põhjal asustuses, maaharimises või ühiskonnakorralduses toimunud protsesside üle. Andmete vähesus on ühest küljest küll tingitud piirkonna väheldasest uuritusest, aga ka Rõuge eriilmelisest ning keerulisest maastikust, mis on loonud siin elanud inimestele teistest piirkondadest erinevad võimalused. Seetõttu ei pruugi mujal ehk efektiivne uurimismetoodika siinsel alal kehtida.

---

<sup>16</sup> Varasemas kirjanduses mainitud peamiselt Talimäe nime all.



## 2.4. Rauaaja muististe ja looduskeskkonna seoste kompleksanalüüs GIS-i abil

GIS-i abil teostatavate analüüside tulemused on otseses sõltuvuses lähteandmestikust. Leidmaks seoseid muististe paiknemise ning loodusliku keskkonna vahel Rõuge kihelkonnas, tuli paratamatult arvestada olemasolevate andmete piiratusega. Teadaolevate muististe levik on suuresti seotud kas nende atraktiivsusega (see kehtib eriti kalmete ning kääbaste puhul) või paiknemisega põllumaal ning tänapäeval ligipääsetavates kohtades. Keskkonnaandmestiku valikul sai määravaks andmete kättesaadavus. Omad piirid andmete analüüsil seadis ka digitaalsete andmete täpsusaste ning kvaliteet.

Rõuge kihelkonna arheoloogiliste muististe paiknemist maastikul analüüsides lähtuti arheoloogide ning loodusteadlaste senistest seisukohtadest, et asustuse paiknemine ja levik on tihedalt seotud vastava piirkonna pinnamoe, veestiku ning mullastikuga. Vaatluse alla võeti maastikul lokaliseeritavad rauaaga kuuluvad asulakohad ja matusepaigad. Kokku analüüsiti 34 muistist, millest 12 olid asulakohad, 17 kivist kalmed ning 5 kääbaste leiukohad. Jälgides muistise paiknemist maastikul võeti arvesse järgmisi tegureid: pinnamood, kallakus (nõlva kalle), kaugus looduslikust veekogust (järv, jõgi, oja, allikas), ekspositsioon (paiknemine pinnavormil ilmakaarte suhtes) ja mullastik.

Keskkonna andmestik pärineb alljärgnevatest allikatest:

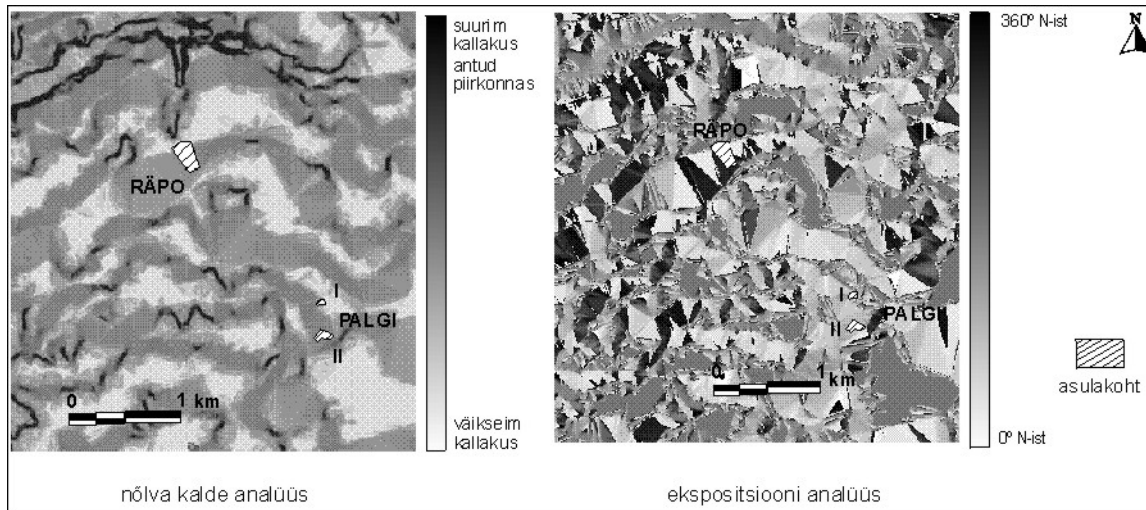
Digitaalne maastikumudel	Eesti digitaalne baaskaart (täpsusaste 10-15 m), Eesti põhikaart 1: 20 000
Veestik	Regio digitaalne teede- ja veestiku kaart (täpsusaste 20m), Eesti baaskaart
Mullastik	Digitaliseeritud 1:1 500 000 mullastiku kaardilt (Eesti atlas koolidele 1996, 16), Põllumajandusinstituudi mullastikukaardid 1:5000 (1972–1975)
Pinnamood	Digitaliseeritud erinevatelt pinnamoe kaartidelt (Rõuk 1995, joonis 45; Arold 1979)

Arheoloogiliste andmete aluseks oli andmebaasi “Muistised ja kohapärimus” koondatud info. Analüüs teostati GIS-i programmide *MapInfo Professional 4.5* ning *Vertical Mapper 2.0* abil. Asukoha skeemide, kirjelduste ning ajalooliste kaartide abil lokaliseeriti muistised ning ruumiline asukohainfo seoti identifikaatori abil atribuutandmetega andmebaasis. Võttes aluseks Eesti digitaalse baaskaardi samakõrgusjoonte andmestik, loodi interpolatsioonimeetodite abil Rõuge kihelkonna ruumiline maastikumudel. Tarvitati kahte

erinevat interpolatsioonimeetodit. Kogu kihelkonda hõlmav maastikumudel loodi naabusinterpolatsiooni abil; väiksemate piirkondade puhul kasutati TIN-moodulit. Erinevate interpolatsioonide abil loodud mudelite parameetrid on järgmised:

Parameeter	Naabusinterpolatsioon	TIN
geograafiline ulatus	790 km <sup>2</sup>	17 km <sup>2</sup>
kõrguspunktide arv	192 606	10 550
resolutsioon	388x315	395x416
täpsus	1 tsell=100 m	1 tsell=10 m

Kogu kihelkonda hõlmava kolmemõõtmelise maastikumudeli abil (joonis 13) vaadeldi muististe paiknemist pinnavormide ning maastikuüksuste suhtes. Samuti kasutati mudelit üldiste levikukaartide koostamisel. Väiksema ulatusega mudelid loodi nõlva kalde ning ekspositsiooni analüüside täpsemaks teostamiseks (joonis 12). Erineva ulatusega puhvertsoonide genereerimisega saadi andmed muististe paiknemisest veestiku suhtes. Saadud tulemused on esitatud tabelina (tabel 1).



Joonis 12. Nõlva kalde ja ekspositsiooni analüüsi näide Räpo–Palgi piirkonnas.



**Tabel 1. Rõuge kihelkonna rauaaegsete muististe ja keskkonna seosed**

Asulakohad

Nr	Nimi (muinsuskaitse nr)	Varaseim dateering	Absoluut-kõrgus (m)	Nõlva kalle (°)	Kaugus veest (m)	Ekspositsioon (N-ist °)	Pinnamood*
1	Haki	noorem rauaaeg	195	13	100	290	B
2	Heedu	noorem rauaaeg	70	1	50	170	E
3	Hurda (13682)	keskmine rauaaeg	85	6	<50	15	D
4	Kõöküla	noorem rauaaeg	270	10	50	75	A
5	Meegomäe	noorem rauaaeg	120	11	<50	120	C
6	Palgi I	keskmine rauaaeg	170	5	<50	110	C
7	Palgi II	noorem rauaaeg	175	3	<50	120	C
8	Plaani (13392)	rooma rauaaeg	260	5	150	160	A
9	Plaksi	noorem rauaaeg	265	4	<50	190	A
10	Ruusmäe	keskmine rauaaeg	235	5	<50	150	A
11	Rõuge (13641)	rooma rauaaeg	135	10	100	240	C
12	Räpo	noorem rauaaeg	160	8	50	335	C

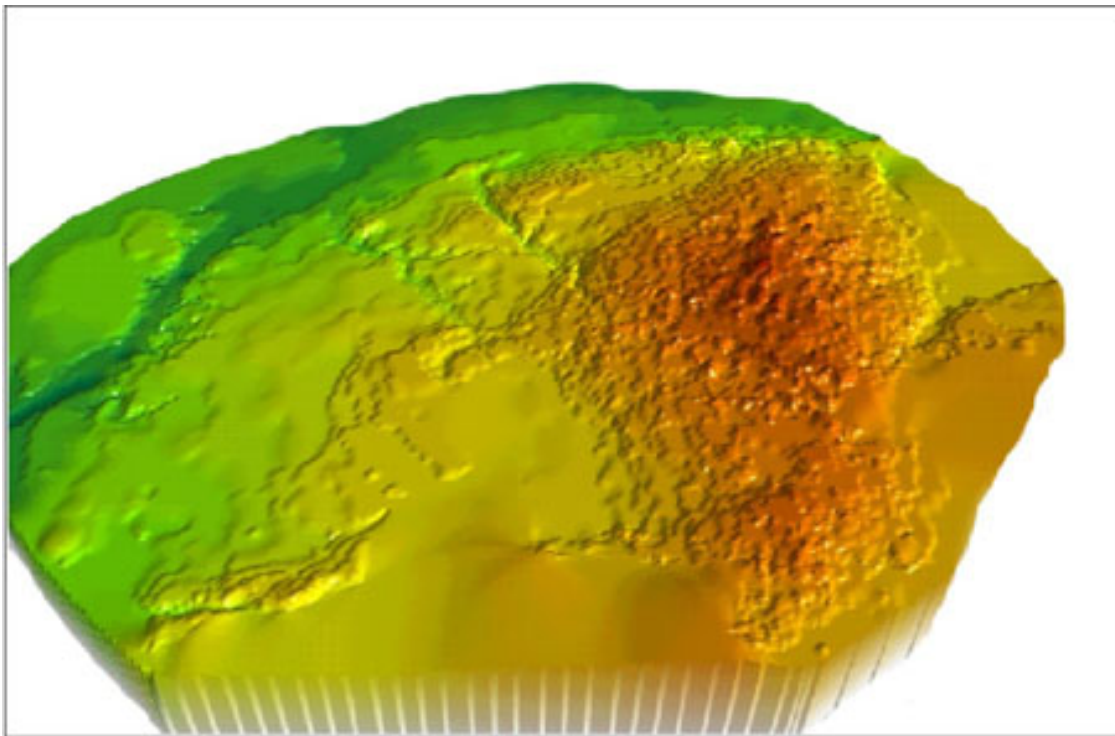
Matusepaigad

Nr	Nimi (muinsuskaitse nr)	Muistiselik	Varaseim dateering	Absoluut-kõrgus (m)	Nõlva kalle (°)	Kaugus veest (m)	Ekspositsioon (N-ist °)	Pinnamood
1	Ala-Saki (13639)	tarandkalme	rooma rauaaeg	135	7	100	270	C
2	Hannustõ (13792)	kivikalme	rooma rauaaeg	160	1	150	105	C
3	Hansuli (13687)	tarandkalme	rooma rauaaeg	135	12	200	160	C
4	Jugumetsa (13633-34)	tarandkalme (2)	rooma rauaaeg	210	2	300	235	A
5	Järveotsa	kivikalme	rooma rauaaeg	120	2	400	170	F
6	Kangsti (13679)	kivikalme	rooma rauaaeg	75	2	400	155	E
7	Kangsti Oinaveski	kivikalme	rooma rauaaeg	80	2	200	195	E
8	Nursi Ala-Horsa (13635)	tarandkalme	rooma rauaaeg	95	8	100	320	F
9	Pundi (13640)	tarandkalme	rooma rauaaeg	130	3	150	235	C
10	Rasva (13638)	kivikalme (3)	rooma rauaaeg	175	5	300	350	C

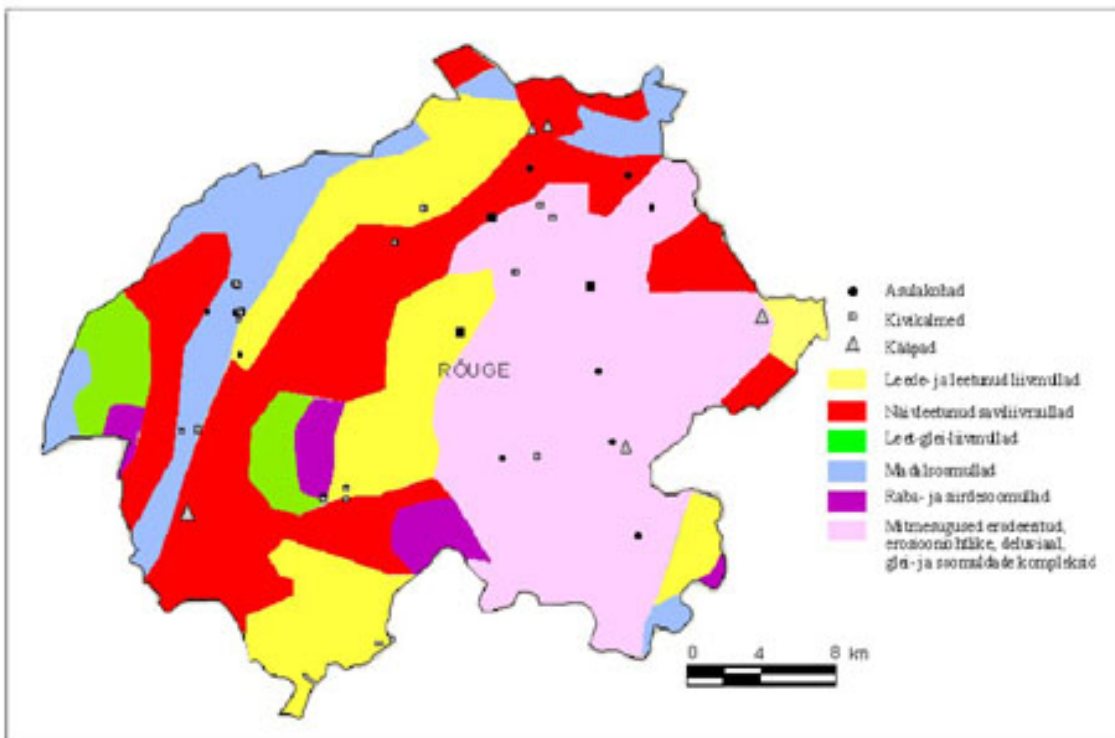
11	Sadrametsa (13644-46)	tarand- kalme (3)	rooma rauaaeg	120	1	300	270	D
12	Sännapalu (13647- 13651)	tarand- kalme (5)	rooma rauaaeg	70	1	300	270	E
13	Vana-Roosa	kivikalme	rooma rauaaeg	80	5	250	50	E
14	Vana-Laksi (13688)	tarand- kalme	rooma rauaaeg	135	6	150	150	C
15	Viru Vasara (13695)	kivikalme	rooma rauaaeg	75	9	100	300	E
16	Virunuka (13691- 13694)	tarand- kalme (5)	rooma rauaaeg	75	2	200	315	E
17	Kasaritsa	kivikalme	keskmise rauaaeg	150	1	250	215	C
18	Krigulipalo (13684-86)	kääbas (3)	keskmise rauaaeg	85	2	400	315	D
19	Vana- Saaluse	kääbas (9)	keskmise rauaaeg	150	1	100	270	F
20	Võru-Kubja (13795- 13800)	kääbas (6)	keskmise rauaaeg	80	1	100	270	F
21	Võru- Kintsaare	kääbas (2)	keskmise rauaaeg	80	5	100	35	F
22	Plaani (13395)	kääbas (6)	noorem rauaaeg	260	5	200	160	A

\* Pinnamoe tähistused:

- A – moreenkattega suurkünklike kõrgendike reljeef
- B – moreenkattega keskkünklike kõrgendike reljeef
- C – moreenkattega väikekünklike kõrgendike reljeef
- D – jääjärvede kulutus-kuhjetasandik
- E – lainjas moreentasandik, liivikumaastik
- F – sanduritasandik



Joonis 13. Rõuge kihelkonna digitaalne maastiku mudel.



Joonis 14. Rõuge kihelkonna rauaaja muististe paiknemine peamiste mullastikutüüpide suhtes.

Kaheteistkümnest analüüsitud rauaaja asulakohast paiknes neli Haanja kõrgustiku moreenkattega suurkünklike kõrgendike alal. Nende absoluutsed kõrgused jäid 230–270 m vahemikku. Moreenkattega keskkünklike kõrgendike alal paiknes üks ja väikekünklike kõrgendike alal viis asulakohta. Kahest Hargla nõos asuvast asulakohast üks jäi jääjärvede kulutus-kuhje tasandike piirkonda ning teine paiknes lainjal moreentasandikul. Sanduri- ja sootasantidel asulakohti ei esinenud. Iseloomulik on asulakohtade asetsemine nii suuremate kui väiksemate pinnavormide puhul nende nõlvadel ja jalamil, samuti küngastevahelistes nõgudes. Haanja kõrgustikul olevate asulakohtadega seotud pinnavormide kallakus on pigem väike kui suur, vaid paaril juhul on see suurem kui  $10^\circ$ . Uurides asulakohtade ekspositsiooni võis täheldada teatavat orienteeritust lõunakaartesse. Seitse asulat paiknes kagu, lõuna või edela suunda langevatel nõlvadel. Suuremate pinnavormide põhjaküljel paiknes asulaid kahel ning loodes ühel juhul. Lõunakaarte eelistamist täheldati ka Otepää kõrgustiku asulakohtade paiknemise uurimisel, kus 26 juhul 32-st olid eelistatud küngaste lääne, edela, lõuna ja ida küljed (Valk & Karukäpp 1999, 213).

Kõik vaadeldud asulakohad Rõuge kihelkonnas olid seotud looduslike veekogudega. Kuus asulakohta paiknes tänapäevaste veekogude kallaste läheduses, teistest asulatest jäi vesi 50–150 m kaugusele. Veesoontest olid esindatud nii järved, jõed, ojad kui allikad, kuid kõige sagedasem oli asulakohtade seotus allikakohtadega. Mitmed tänaseks soostunud allikakohad võisid kunagi olla väikesed järvesilmad küngastevahelistes nõgudes. Seotus veestikuga on jälgitav ka 17. sajandi kaartidel, kus enamik külasid paikneb madalamates kohtades – kõrgendike jalamil, järvede ja ojade kallastel.

Asulate ning mullastiku seoseid vaadeldi kahel tasandil. Väikesemõõtkavalisel mullastikukaardil määrati asulakohtade paiknemine üldiste mullarühmade suhtes (joonis 14). Kahes mikropiirkonnas teostati lähianalüüs. Rauaaegsetest asulatest kaks paiknes näivleetunud saviliivmuldade ja liivsavimuldade alal. Hargla nõos kujunenud madalsoomuldade alal paiknes üks ning nõo kõrgemal servaala leede- ja leetunud liivmuldadel samuti üks asulakoht. Ülejäänud viis asulakohta asusid erodeeritud ja erosiooniohtlike muldade piirkonnas. Lähema vaatluse alla võeti Haanja suurkünklikul reljeefil neli asulakohta: rooma rauaaegse Plaani, noorema rauaaegse Plaksi ja Kõöküla ning keskaegse Villa

asulakoht. Kesk- ja väikekünkliku reljeefiga alal selgitati välja keskmisel rauaajal tekkinud Palgi I, noorema rauaaegsete Palgi II ja Räpo ning keskaegse Soeküla asulakoha mullastik. Piirkondade valikul peeti oluliseks nende kuulumist erodeeritud muldade valdkonda ning paiknemist kõrgustiku erinevatel reljeefitüüpidel. Järgnevalt esitatud tabelis on välja toodud asulakoha alal domineerinud mullatüübid, kusjuures E tähistab erodeeritud ja D deluviaalseid mullakomplekse.

#### I piirkond

Küla	Nõlva kalle (°)	Mullatüübid	Erodeerituse aste
Kõoküla	10	E, D	keskmine
Plaani	5	E, näivleetunud saviliiv liivsavil	keskmine
Villa	3	kamar-karbonaatne	–
Plaksi	4	D, näivleetunud saviliiv liivsavil	nõrk

#### II piirkond

Palgi I	5	E, D, veeriseline liiv	nõrk
Palgi II	3	kamar-leetunud, karbonaatne, D	–
Räpo	8	Ek, D, saviliiv kruusal	keskmine
Soe	10	Ek, D, kamar-karbonaatne	keskmine

Esimeses piirkonnas domineerisid lähtemuldadena kamardunud leetmullad, teises piirkonnas karbonaatmullad. Plaani ja Palgi I asulakohtade nõlvadel paiknevad osad jäid nõrgalt erodeeritud muldade alale. Osaliselt keskmise tugevusega erodeeritud muldadega alal paiknesid esimeses piirkonnas Kõoküla ja Plaani ning teises piirkonnas Räpo ja Soe asulakoht. Muldade lõimiseks esimeses piirkonnas olid saviliivmullad ja liivsavimullad; teises piirkonnas liivmullad ja saviliivmullad. Vaadeldud kaheksast asulakohast kuus olid seotud deluviaalsete muldadega. Teataval määral võib asulakohtade paiknemist deluviaalsetel muldadel seletada ka asulakohtade otsimise spetsiifikaga. Peamiselt küntud aladelt leitud asulakohad on tugevama erosiooni piirkonnas, kui pidevalt karja- või heinamaadena kasutuses olnud kamardunud alad.

Arvuti abil vaadeldi ka kalmete paiknemist maastikul. Rooma rauaaja kivikalmete puhul eristuvad selgesti Haanja kõrgustikul ja Mustjõe lähedal paiknevad kalmed. Nende vahele jääb u 8–9 km laiune tühi vöönd. Kõrgustikul paiknevad kivikalmed kesk- ja

väikekünklike mõhnastike alal, jäädes 95–175 m absoluutkõrguste vahemikku. Ainukesed erandid on kõrgkünklikku piirkonda jäävad Jugumetsa kivilalmed, mille absoluutkõrgus on üle 200 m. Teine grupp kivilalmeid on koondunud Mustjõe oru veerude viljaka pinnasega aladele. Kalmed asuvad enamasti väikese kallakuga aladel (keskmine kallakus 5°), tasastel lagedel, laugetel neemikutel või tasandikel paiknevatel väikestel kühmuldel. Kalmete rajamisel ei ole vee lähedus ilmselt mingit rolli mänginud. Kuid nende paiknemine siiski suhteliselt lähedal veekogudele –keskmise kaugusega 200 m –, võib olla juhiseks uute muististe leidmisel. Kalmete ekspositsioon pinnavormidel ei näi samuti eriti tähtis olevat. Esindatud on kõik ilmakaared peale põhja. Keskmine ekspositsioon on siiski lõunakaartesse. Kääbaste puhul, v.a nooremal rauaajal rajatud Plaani, on valdav ekspositsioon põhjakaarde. Nagu juba M. Schmiedehelm ja S. Laul oma 1970. aastal ilmunud artiklis täheldasid, paikneb enamik tarandkalmeid Haanja kõrgustikku ümbritseva saviliivade vööndi alal (Schmiedehelm & Laul 1970,158). Leede- ja leetunud liivmuldade alale jääb seitse kalmet ning näivleetunud saviliivmuldade alal asub neli kalmet. Kõik teadaolevad kivilalmed paiknevad tänapäeva põldude läheduses, metsas või rohumaadel.

Mitmed eelpool kasutatud GIS-i analüüsid, nagu levikukaartide automatiseeritud valmistamine või objektide mõjuala määramine (puhvertoonid) jätkavad traditsioonilisi arheoloogia meetodeid kaasaegsel tasandil. Muististe ning looduskomponentide kompleksanalüüsiks kasutatud digitaalne maastikumudel avab aga täiesti uudseid võimalusi asustuse ning muistse kultuurmaastiku uurimiseks.

## Kokkuvõte

Arheoloogia on avatud ning arenev teadus. Tänapäeval toimunud muutused infoühiskonna suunas tingivad uute meetodite ning tehnoloogiate rakendamise vajaduse ka arheoloogias. Käesolev peaseminaritöö on esimeseks sammuks arheoloogilise ja kohapärimusliku andmestiku ning nendega seotud ruumiliste andmete digitaliseerimise ja süstematiseerimise metoodika väljatöötamisel, digitaalsete ruumiandmete tutvustamisel ja ka arvutil põhinevate ruumianalüüside teostamisel Eesti arheoloogias.

Töö esimene peatükk selgitas GIS-i struktuuri, selle koosnemist kahest erinevast andmemudelist – ruumilistest ja atribuutandmetest. Arheoloogiliste ning kohapärimusteadete andmestiku koondamiseks ning süstematiseerimiseks loodi baasiohjesüsteemi *Access* põhjal relatsiooniline andmebaas “Muistised ja kohapärimus”. Andmebaasi on haaratud arheoloogiamälestiste registri ja arheoloogilise arhiivi andmed ning kohapärimusalased rahvaluuleteated. GIS-is kasutatavad ruumilised andmed, milleks on muististe paiknemine maastikul ja sellega seotud digitaalne geograafiline info, ühendati muistise allikaliste andmetega identifikaatori (muistise riiklik ID-kood) kaudu. Selliselt ülesehitatud süsteem võimaldab komplekselt analüüsida muistisega seotud infot lähtudes nii arheoloogilistest ja pärimuslikest allikatest kui looduskeskkonnast. Lisaks andmete kogumisele, haldamisele ning säilitamisele on GIS-i üks põhifunktsioone analüüside teostamine. Mitmed GIS-i kombineeritud analüüsivõimalused, nagu kattuvus- ja klassifitseerimistoimingud, naabrustoimingud ja digitaalne maastikumudel on leidnud kasutamist peamiselt just asustsarheoloogilistes uuringutes.

Toetudes senistele asustsarheoloogia seisukohtadele ning lähtudes GIS-i võimalustest analüüsiti töö teises peatükis Rõuge kihelkonna rauaaja muististe paiknemist maastikul. Lähtudes seisukohast, et asustuse paiknemine ja levik on tihedalt seotud vastava piirkonna pinnamoe, veestiku ning mullastikuga, võeti muististe analüüsimisel arvesse järgmiseid tegureid: pinnamood, kallakus (nõlva kalle), kaugus looduslikust veekogust (järv, jõgi, oja, allikas), ekspositsioon (paiknemine pinnavormil ilmakaarte suhtes) ja mullastik. Analüüsid teostati GIS-i programmide *Map Info Professional* ja *Vertical Mapper* abil. Mitmete peamiselt

digitaalsel maastikumudelil põhinevate analüüside tulemused on esitatud kokkuvõtvalt tabelina (tabel 1) ning automatiseeritud levikukaartide valmistamist kasutades ka temaatiliste kaartidena (joonised 8–14). Kokku analüüsiti 34 muistist, millest 12 olid asulakohad, 17 kivikalmed ning 5 kääbaste leiukohad.

Analüüsi tulemustest selgus, et vaadeldud rauaaegsed asulakohad paiknesid enamasti kõrgendike laugedel nõlvadel või suurte pinnavormide vahelistes nõgudes. Teataval määral võis eelistatuks lugeda orientatsiooni lõunakaartesse. Kõik asulad olid seotud looduslike veekogudega, milleks enamasti olid allikad või liigniisked alad küngaste vahelistes nõgudes. Kaheksa asulakoha mullastikuanalüüs tõi esile nende seotuse deluviaalsete muldadega. Analüüsitud kivikalmete puhul ei osutunud vee lähedus nii määravaks teguriks kui asulate puhul. Samuti ei paistnud kalmete paiknemine maastikul omavat erilist seost ekspositsiooniga. Küll aga paiknesid kalmed tänapäeval viljelusmajanduseks soodsate alade läheduses leetunud liivmuldade ning näivleetunud saviliivmuldade alal.

Võimalus omavahel siduda geograafilise infosüsteemi abil nii arheoloogilised kui ka geograafilised andmed lubab efektiivsemal moel jätkata arheoloogias senini kasutatud meetodeid ning avab samas ka täiesti uusi perspektiive. Käesoleva uurimuse käigus välja töötatud süsteem digitaalsete arheoloogiliste andmete koondamiseks ja süstematiseerimiseks on aluseks põhjalikumatele analüüsidele tulevikus.



## **Kasutatud kirjandus**

- Allen, K. M. S. 1990.** Manipulating space: a commentary on GIS applications. – Interpreting space: GIS and archaeology. London, 197–200.
- Arold, I. 1968.** Haanja – mägede maa. – Eesti Loodus, 4, 193–199.
- Arold, I. 1979.** Haanja kõrgustiku geomorfoloogiast ja maastikest. – Eesti NSV saarkõrgustike ja järvenõgude kujunemine. Tallinn, 66–87.
- Arold, I. 1991.** Eesti maastikud. Tartu.
- Aronoff, S. 1995.** Geographic information systems: a management perspective. Ottawa.
- Bernhardsen, T. 1992.** Geographic information systems. VIAK IT & Norwegian Mapping Authority.
- Ebert, J., Camilli, E. & Berman, M. 1996.** GIS in the analysis of distributional archaeological data. – New methods, old problems. Geographic information systems in modern archaeological research. CAI Occasional Paper, 23, 25–37.
- Eesti atlas koolidele. 1996.** Toim R. Aunap. Tallinn.
- Gillings, M., Halls, P., Lock, G. R., Miller, P., Phillips, G., Ryan, N., Wheatley, D. & Wise, W. 1998.** GIS guide to good practice. Oxford.  
<http://ads.ahds.ac.uk/project/goodguides/gis/index.html>
- Green, S. W. 1990.** Sorting out settlement in southeastern Ireland: landscape archaeology and geographic information systems. – Interpreting space: GIS and archaeology. London, 356–363.
- Hang, T. & Loopman, A. 1995.** Jõed. – Eesti. Loodus. Tallinn, 292–302.
- Harris, T. M. & Lock, G. R. 1990.** The diffusion of a new technology: a perspective on the adoption of geographic information systems within UK archaeology. – Interpreting space: GIS and archaeology. London, 33–54.
- Harris, T. M. & Lock, G. R. 1995.** Toward an evaluation of GIS in European archaeology: the past, present and future of theory and applications. – Archaeology and geographic information systems: a European perspective. London, 349–361.
- Hodder, I. & Orton, C. 1976.** Spatial analysis in archaeology. – New studies in archaeology, I. Cambridge.

- Jürgenson, R. & Luczkowski, T. 1991.** Objektitehnika. Turbo Pascal & C++. Tallinn.
- Kask, R. 1984.** Mullaerosiooni osast pinnavormide kujundajana. – Eesti Geograafia Seltsi Aastaraamat 1980. Eesti NSV pinnavormide genees. Tallinn, 137–144.
- Kask, R. 1996.** Eesti mullad. Tallinn.
- Kiristaja, A. 1997.** Vagula järve ääres avastati kiviaja asulakoht. – Võrumaa Teataja, 05.06.
- Kirkinen, T. 1996.** Use of a Geographical Information System (GIS) in modeling the Late Iron Age settlement in eastern Finland. – Helsinki Papers in Archaeology, 8.
- Kirkinen, T. 1998.** Näkökulmia GIS-sovelluksiin. – Helsinki Papers in Archaeology, 11, 93–100.
- Kraut, A. 1998.** Arheoloogiamälestised ja riiklik muinsuskaitse. – Arheoloogilised välitööd Eestis 1997. Tallinn, 237–251.
- Kvamme, K. L. 1989.** Geographic information systems in regional archaeological research and data management. – Archaeological Method and Theory, 1, 139–203.
- Kvamme, K. L. 1990.** GIS algorithms and their effects on regional archaeological analysis. – Interpreting space: GIS and archaeology. London, 112–125.
- Kvamme, K. L. 1992.** Terrain form analysis of archaeological location through geographic information systems. – CAA 1991. BAR international series 577. Oxford, 127–135.
- Laineste, J. 1998.** GIS on surnud, elagu GIS! – Arvutimaailm, 5, 25–27.
- Laineste, J. & Lepik, L. 1997.** Eesti kultuurialaste andmebaaside integreerimine ajaloolis-geograafilises infosüsteemis. Ülevaade projekti tööst. Tartu.
- Lang, V. 1996.** Muistne Rävala. – Muinasaja Teadus, 4. Tallinn.
- Laul, S. 1965.** Virunuka tarandkalmed Võru rajoonis. – ENSV TA Toimetised. Ühiskonnateaduste seeria, 3, 317–360.
- Laul, S. & Kihno, K. 1999.** Viljelusmajandusliku asustuse kujunemisjooni Haanja kõrgustiku kaguveerul. – Eesti Arheoloogia Ajakiri, 3,1, 3–18.
- Lock, G. R. & Harris, T. M. 1991.** Integrating spatial information in computerised Sites and Monuments Records: meeting archaeological requirements in the 1990s. – CAA 90. BAR international series 565. Oxford, 165–173.

- Lõugas, V. & Selirand, J. 1989.** Arheoloogiga Eestima teedel. Tallinn.
- Madry, S. L. H. & Rakos, L. 1996.** Line-of-sight and cost-surface techniques for regional research in the Arroux river valley. – New methods, old problems. Geographic information systems in modern archaeological research. CAI Occasional Paper, 23, 104–126.
- Marble, D. F. 1990.** The potential methodological impact of geographic information systems on the social sciences. – Interpreting space: GIS and archaeology. London, 9–21.
- Maschner, H. D. G. 1996.** Geographic information systems in archaeology. – New methods, old problems. Geographic information systems in modern archaeological research. CAI Occasional Paper, 23, 1–21.
- Moora, T. 1966.** Asustuse levimisest ühes Kesk-Eesti piirkonnas m.a. I aastatuhande esimesel poolel. – Pronksiajast varase feodalismini. Tallinn, 129–138.
- Mõisja, K. & Jagomägi, J. 1996.** Kartograafia sõnavara I. – Kaardikoja Teataja, 2, 10-30.
- Mägi, A. 1998.** Microsoft Access 97. Tallinn.
- Petrie, L., Johnson, I., Cullen, B. & Kvamme, K. L. 1995.** GIS in archaeology: an annotated bibliography. – Sydney University Archaeological Methods Series 1. <http://www.archaeology.usyd.edu.au/publications/index.html>
- Raukas, A. 1995.** Neotektoonika ja maakoore nüüdisliikumised. – Eesti. Loodus. Tallinn, 71–73.
- Raukas, A. & Karukäpp, R. 1979.** Eesti liustikutekkeliste akumulatiivsete saarkõrgustike ehitus ja kujunemine. – Eesti NSV saarkõrgustike ja järvenõgude kujunemine. Tallinn, 9–28.
- Renfrew, C. & Bahn, P. 1991.** Archaeology. Theories, Methods and Practice. London.
- Roosaare, J. 1997.** Geoinformaatika alused. Käsikiri Geograafia Instituudi raamatukogus.
- Rõuk, A.-M. 1992.** Looduslikud olud hilisjääajast tänapäevani. – Eesti talurahva ajalugu. Tallinn, 16–41.
- Rõuk, A.-M. 1995.** Inimtegevus ja selle mõju loodusele. – Eesti. Loodus. Tallinn, 495–517.

- Rõuk, A.-M. & Tõnisson, E. 1984.** Lõhavere linnamäe ja selle lähiümbruse kujunemisest paleogeograafia ja arheoloogia andmeil. – ENSV TA Toimetised. Ühiskonnateadused, 4, 333–345.
- Savage, S. H. 1990.** GIS in archaeological research. – Interpreting space: GIS and archaeology. London, 22–32
- Schmiedehelm, M. & Laul, S. 1970.** Asustusest ja etnilistest oludest Kagu-Eestis I aastatuhandel. – Studia archaeologica in memoriam Harri Moora. Tallinn, 154–165.
- Zubrow, E. B. W. 1990.** Contemplating space: a commentary on theory. – Interpreting space: GIS and archaeology. London, 67–72.
- Tallgren, A.-M. 1922.** Zur Archäologie Eestis, I. Vom Anfang der Besiedelung bis etwa 500 n. Chr. Dorpat.
- Tavast, E. 1989.** Eesti pinnamood jääaja lõpul. – Eesti Loodus, 7, 465–469.
- Valk, H. 1999.** Rural Cemeteries of Southern Estonia 1225–1800 AD. – CCC papers 3. Visby–Tartu.
- Valk, H. & Karukäpp, R. 1999.** Settlement history and its connection with the geomorphological preconditions on the Otepää Heights, Southeastern Estonia. – Environmental and cultural history of the Eastern Baltic region. PACT 57, 207–219.
- Wheatley, D. 1996.** The use of GIS to understand regional variation in earlier neolithic Wessex. – New methods, old problems. Geographic information systems in modern archaeological research. CAI Occasional Paper, 23, 75–103.
- Wise, A. L. & Miller, P. 1997.** Why metadata matters in archaeology. – Internet Archaeology 2. [http://intarch.ac.uk/journal/issue2/wise\\_index.html](http://intarch.ac.uk/journal/issue2/wise_index.html)

## **The application of geographic information systems in archaeology on the example of Rõuge parish**

### **Summary**

This paper is a part of a Tartu University Archaeological Centre project “Archaeological Sites and Oral Tradition in Estonia and Finland”. Idea of the project is to concentrate and structure the data about sites including oral information concerning archaeological interest. As the archaeological data is bound with the geographical component. The geographical information systems (GIS) is used to archive the desired results. GIS enables to operate with spatial data – to gather, store, analyse and present needed amounts of information. In archaeology GIS has been used already since the middle of 1980es and the main areas of usage have been landscape archaeology, spatial analysis, statistics and also cultural recourse management. In recent year’s visualisation, virtual reality and multimedia are gaining importance.

The first chapter of this paper gives an introduction about GIS structure, digital data and the analysing possibilities. GIS consists of spatial data (cartographic or geographical data) and auxiliary data (attribute data) witch is connected to the former. The handling of data in GIS may be divided into 4 subgroups: 1) data entry, 2) data storage and retrieval, 3) data manipulation and analyses, 4) data visualisation and reporting. Spatial data is presented digitally as raster or vector model. Spatial data is divided into layers. Organising the data in this way creates possibilities to unite the maps of one geographical region with different content and doing the complex analysis. Attribute data is organised as a database. Data can be presented as flat database, relational database or object-orientated database in some variants of GIS. In the course of Rõuge project the relational database codename “Muistised ja kohapärimus” was created in *Access*. The database itself consists of three subdatabases witch are modelled on three different sources 1) the register of archaeological antiquities, 2) archaeological archive, 3) oral tradition. The info in database is internally as with the spatial data bound with the national antiquities ID code. The system created is the basis for GIS analysis. Geographical analysis permits to investigate the spatial relations dependent on the position and shape of the objects.

The attribute analysis consists of editing or formulating queries based on data. Best possibilities are offered though by combined analysis. Overlay options are mainly used when investigating habitual and environment relations and also in reconstructing ancient social landscapes. Neighbourhood operations and distribution models were also discussed as well as digital elevation model which open possibilities, tar cost-surfaces and viewshed (line-of-sight) analysis.

The second part of this paper deals with one of the GIS usage possibilities – namely with the spatial analysis applied on the Rõuge parish landscape and the sites in that region. Up to now the geoarchaeological research is concentrated on topography, soil conditions and drainage patterns as the most important features of forming an ancient habitat. The Rõuge parish lies between Haanja Heights and Hargla–Võru Socket. Haanja Heights is a hummock area, with comparatively great absolute height, plenitude of small lakes and of eroded soil. Hargla Socket at the edge of the parish is a flatland formed by the icelakes. The Stone Age (up to ca 1500 BC) settlement of Rõuge parish is connected with Tamula and Vagula lake regions. In the other regions of the parish there are only some stray finds. Before the Roman Iron Age (ca A.D. 50–450) there are only some 2 cup-marked stones found after it there are 16 stone graves in different places. The known settlement of this period lies in Rõuge and Plaani. In the Middle Iron Age (ca A.D. 450–800) the change in burial customs took place. From now on the burials were made into burrows and into stone graves without structure, not in *tarand*-graves as before. The settlements have been found in Rõuge, Hurda, Palgi and Ruusmäe. There are some 3 hillforts founded in the same period in Rõuge, Nooska, Kaloga. From the Late Iron Age (800–1220/50) the information is very sparse. We know of 7 dwelling sites and of some sacrificing places.

Taking into account the information given above the complex analysis with GIS was performed. There were 34 sites analysed in all, from which 12 were settlements, 17 stone graves and 5 borrows. Observing the positions of the objects on the landscape the following parameters were taken into account: slope, distance from natural water body, aspect, topology and soil types. In conclusion I observed that the settlements were situated mainly on the slopes of hummocks and also in the sockets. There can be noticed a preferable

position facing south. Evident is the location near the natural water bodies. Also the connection with the deluvial soils was observed though it needs further research to be fully attested. In the Roman Iron Age there are mainly 2 stone grave regions in Haanja Heights and in the neighbourhood of Mustjõe river. The burrows are situated on the slopes of Haania Heights. The water vicinity and the aspect seem not to be particularly influential important on the stone grave locations.

In conclusion we can say that GIS is very suitable tool for archaeological research. The possibility to handle together the geographical and archaeological data permits to continue to apply the traditional methods in more effective way and even open totally new perspectives. The system of handling archaeological digital data, worked out in this paper, forms a basic for new and more thorough analysis.