

Kahepaiksete elupaigad Võõbu-Mäo maanteetrassil

Põhimaantee nr 2, Tallinn-Tartu-Võru-Luhamaa
projekteeritaval Võõbu-Mäo teelõigul
kahepaiksete kevadise sigimisrände uuring
ja leevendusmeetmete vajaduse määramine

OÜ Rewild • Töö 2016-2 • 07.07.2016 • Leping 16-00118/162

Kuupäev 07.07.2016
Koostaja OÜ Rewild
Klient Maanteeamet
Peaspetsialist Kertu Jaik (MSc)
Töörühm Liina Remm (PhD), Jaanus Remm (PhD), Maret Kaljulaid

Kontakt jaanus.remm@rewild.ee • www.rewild.ee

Sisukord

1. Sissejuhatus.....	3
2. Meetodid.....	4
3. Tulemused ja soovitused	5
3.1. <i>Trassi mõju kirjeldus ja sealsed kahepaiksed</i>	<i>5</i>
3.2. <i>Üldised soovitused.....</i>	<i>10</i>
3.3. <i>Tõkked</i>	<i>10</i>
3.4. <i>Läbipääsud</i>	<i>12</i>
3.5. <i>Asenduselupaigad</i>	<i>13</i>
3.6. <i>Tunnelite, tõkete ja asenduselupaikade hooldus</i>	<i>14</i>
3.7. <i>Kohapõhised soovitused</i>	<i>15</i>
4. Kirjandus ja allikad	24

1. Sissejuhatus

Põhimaantee 2 Tallinn-Tartu-Võru-Luhamaa uuendamise käigus projekteeritakse Võõbu-Mäo lõiku (16,2 km) valdavalt uues asukohas. Kaks-pluss-kaks ristlõikega maantee kavandatakse kulgema 2/3 pikkuses, põhjapoolses osas, olemasolevast maanteest lääne pool ja 1/3 pikkuses, lõunapoolses osas, olemasolevast maanteest ida pool (joonis 1). Taimekoosluste järgi hinnates, kulgeb trass enamuses läbi kahepaiksete elupaikade, sh. umbes 50% ulatuses läbi märgade metsade, mistõttu on vaja hinnata ja vajadusel leevendada uue tee mõju kahepaiksetele. Üle teede kulgevad kahepaiksete massränded kujutavad endast nii looduskaitset kui ka liiklusohutuse probleemi. Negatiivset teede mõju loetakse üheks peamistest üleilmse elurikkuse kriisi põhjuseks ning kahepaikseid üheks kõige tundlikumaks liigirühmaks, nende ulatusliku (erinevate elupaigakomponentide vahel toimuva), kuid aeglase liikumise ning vähese teede vältimise tõttu (Eigenbrod *et al.* 2009). Teede negatiivne mõju kahepaiksetele avaldub peamiselt kolmel moel: 1) vigastused ja surm liiklusvahenditega kokku puutudes, 2) liikumisbarjäär, mis põhjustab asurkondade killustumist ja ressursside kättesaamatust ning 3) elupaikade kadu ja kvaliteedi langus tee all ja ümbruses (Jaeger *et al.* 2005). Kahepaiksed rändavad erinevate elupaigatüüpide vahel (sigimisveekogu, suvised toitumispaigad ja talvituspaigad) ning püüavad pöörduda tagasi päritoluveekogudesse. Laiemad ja tihedama liiklusega teed on neile peaaegu ületamatud ning põhjustavad asurkondade geneetilist vaesumist nagu on näidatud rohukonna puhul Saksamaal (Joachimsen *et al.* 2004). Kanadas on leitud, et tiheda öise liiklusega kiirtee vähendab kahepaiksete arvukust olenevalt liigist 0,25 kuni 1 km kaugusel ning mõnel puhul kaugemal kui 3 km (Eigenbrod *et al.* 2009).



Joonis 1. Planeeritava Võõbu-Mäo maanteetrassi asukoha skeem koos olulisemate rajatistega.

Uue tee ehitamisel tuleb vältida nii haruldaste ja ohustatud liikide asurkondade kahjustamist kui ka kahju üldisele ökosüsteemide toimimisele, mille oluliseks komponendiks on ka tavalised ja arvukad liigid. Kahepaiksed on ökosüsteemis sageli kõige arvukamad selgroogsed, toiduks röövloomadele ja toituvad ise selgrootutest, mistõttu nende arvukuse kahanemine häirib tõsiselt ülejäänud ökosüsteemi. Kahepaikseid enim ohustavaks teguriks loetakse elupaikade hävimist (Blaustein & Wake 1995).

Eestis on kõik kahepaiksed (11 liiki) riikliku kaitse all (Looduskaitseadus). Eesti Punasese nimestiku (eElurikkus) ohukategooriatesse kuuluvad neist rohe-kärnkonn (*Bufo viridis*), kõre (*Epidalea calamita*), mudakonn (*Pelobates fuscus*) ja harivesilik (*Triturus cristatus*), kes teadaolevalt Võõbu-Mäo piirkonnas ei esine. Eestis esinevatest kahepaiksetest kuuluvad Euroopa Liidu loodusdirektiivi II ja/või IV lissasse rabakonn (*Rana arvalis*), tiigikonn (*Pelophylax lessonae*), kõre, mudakonn, harivesilik ja rohe-kärnkonn. Võõbu-Mäo piirkonnast on neist teada rabakonn (EELIS).

Käesoleva uuringu eesmärk on vastavalt riigihanke tehnilisele kirjeldusele: **2016. aasta kevadel uurida põhimaantee nr 2 Võõbu-Mäo uues projekteeritavas teelõigus kahepaiksete elupaikade esinemist, nende esinduslikkust, kevadist rännet sigimisveekodudesse ning selgitada võimalikud konfliktkohad tulevase teega. Teha asjakohased ettepanekud leevendavate meetmete rakendamiseks olukordade parandamisel.**

2. Meetodid

Uuring viidi läbi 3 kuu jooksul 2016 aasta aprillist kuni juunini. Eesmärkide täitmiseks teostati uuring mitmeetapilisena; koondati varasem teave kahepaiksete levikust, täiendati andmeid välivaatlustega ning viidi läbi statistiline andmeanalüüs ja elupaikade paiknemise ennustuslik modelleerimine ning koostati tee mõju leevendamise soovitude komplekt.

Esimese etapina koondati varasemad andmed ning viidi läbi esmane kaardianalüüs, millest lähtuvalt määrati piirkonnad, millele välitöö suuremat tähelepanu pöörata. Selleks analüüsiti varasemate uuringute tulemusi ja konsulteeriti kahepaikse- ja looduskaitseexpertidega (Liina Remm, Kristiina Kübarsepp, Riinu Rannap, Keskkonnaamet).

Teiseks etapiks olid välitööd, mille käigus registreeriti liikide esinemine uurimisalal ja anti hinnang elupaikadele. Hinnati elupaikade sobivust kahepaiksetele ning märgiti üles kohatud liigid (nii kudu, vastsed kui ka täiskasvanud isendid) koos arvukusega. Korduskäikudel külastati sigimiskohti uuesti, et hinnata nende kvaliteeti ja kulleste arvukust. Töö käigus läbiti planeeritaval maanteetrassil kahepaiksete elupaigad mitmekordselt eri liikide rände ja sigimisajal.

Kolmanda etapina koostati kahepaiksete elupaigasobivuse ruumiliselt ilmutatud mudel ja töötati välja soovitud. Statistilise andmeanalüüsi (mittelineaarne paljutunnuseline regressioon, MaxEnt; Philips & Dudik 2008, Franklin 2009) ja elupaikade modelleerimise käigus projitseeriti sarnasuse alusel kahepaiksete elupaigasobivuse hinnang 2,5 km ulatuses (kahepaiksete maksimaalne rändeulatus) planeeritavast trassist. Lähteandmetena kasutati välivaatlusi, varasemate uuringute tulemusi ning Maa-ameti kaardikihte Eesti Topograafia Andmekogu (ETAK) ja Mullakaarti. Analüüs viidi läbi nii, et hinnangu täpsus oleks maksimaalne trassijoonel. Kahepaiksetele oluliste kohtade positioneerimisel ja konfliktide lahendamise soovitude väljatöötamisel arvestati nii statistilist analüüsi, kui eksperthinnangut ja välitöödel tehtud vaatlusi.

3. Tulemused ja soovitused

3.1. Trassi mõju kirjeldus ja sealsed kahepaiksed

Trass kulgeb enamuses kahepaiksetele sobivates elupaikades. Alale jääb sigimisveekogusid, talvitumiseks ja toitumiseks vajalikke maismaaelupaiku ning rändekoridore. Tee kui pikaajalise, staatilise maastikuobjekti mõju leevendavate meetmete planeerimisel tasub lähtuda püsivatest maastikuelementidest. Sellisteks on Vööbu-Mäo trassi piirkonnas rabaservad, väiksed veekogud, nagu kraavid ja tiigid ning suuremate veekogude kaldaäärsed alad (joonised 2, 3). Perioodiliselt tõstavad metsaelupaikade elupaigaväärtust raied, mille tulemusena tõuseb pisiveekogude ja lompide veetemperatuur. Väikeste ojade ja kraavide väärtust tõstavad kopra üleujutused, mis suurendavad oluliselt madala seisva vee ulatust.

Analüüsitud andmetest (sh. välitöö tulemusest) järeldub, et trassipiirkonnas elavad arvestatavad kahepaiksepopulatsioonid. Trassile jääval alal tuvastasime rabakonna, rohukonna (*Rana temporaria*), hariliku kärnkonna (*Bufo bufo*) ja tähnikvesiliku (*Lissotriton vulgaris*) sigimist. Põhitrass võtab enda alla umbes 0,8 km² (laius kuni teekraavideni, arvestamata rajatavaid ja ümberehitatavaid kõrvalteid ja teisi teerajatisi). Teekraavide kuivendava efekti, müra, veereostuse ja liikumistõkke tõttu hakkaks uus tee mõjutama suuremat ala. Varasemate uuringute põhjal võib hinnata, et uue Vööbu-Mäo tee mõju võib ulatuda mõne kahepaikseliigi jaoks kuni 2,5 km kaugusele (Eigenbrod *et al.* 2009, Kovar *et al.* 2009), seega maksimaalselt 80 km² suurusele alale.

Kahepaiksete jaoks eriti oluliste piirkondadena, mida trass lõikab eristuvad (joonised 2-3):

- 1) Vööbu naabus. Võtmekomponentideks on lähedal asuv Vööbu raba, Pikasilla soo, kraavid, niisked niidud ja metsad ning tiigid (foto 1 ja 2; alad W ja 1–3; ptk. 3.7., joonis 7, tabel 2);
- 2) Puiatu küla niiske ja kraaviderohke metsala (foto 3; alad 5 ja 6; ptk. 3.7., joonis 8, tabel 2);
- 3) Pärnu jõgi ja selle ümbrus (Tarbja küla; foto 4; alad 14–16; ptk. 3.7., joonis 9, tabel 2). Kahepaikse-elupaikade tuumikala, kus esineb mitmeid olulisi elupaigakomponente: tiigid ja lombid, sood, kraavid, märjad metsad, lagendikud ja kopra üleujutusala ja jõgi. See piirkond on rikas kahepaiksete arvukuse ja mitmekesisuse poolest.

Eriti olulised on need alad nii kahepaiksete populatsioonide kõrge arvukuse kui ka selle poolest, et seal paiknevad sigimisveekogud. Sigimisveekogud on hooajaliste rännete sõlmkohtadeks, kuhu ümbruskonnast kahepaiksed kevadeti koonduvad. Niisiis tuleks hoiduda nende piirkondade kuivendamisest ning elupaikade killustamisest ja isoleerimisest.

Vahepealsetel lõikudel – kuivad alad, rabastuvad metsad ning põllud, esineb kahepaikseid hajusamalt, kuid need on siiski (kui intensiivselt majandatavad põllud välja arvata) kahepaiksetele olulised toitumis- ja talvitumisalad ning kuna uus tee lõikab selliseid alasid mitmete kilomeetrite ulatuses, tuleks ka nendel aladel kindlustada teega lõigatud populatsioonide ühendatus. Läbipääsud tasub sel juhul paigutada niiskematesse ja toitainerikkamatesse (mitte nt. rabametsa) elupaikadesse, kuna need on tõenäolisemalt juba kujunenud liikumiskoridorideks, seega oleksid läbipääsud tõhusamad (vt. soovitused ptk. 3.7., joonised 7–9, tabel 2).



Foto 1. Hariliku kärnkonna sigimispaik Võõbus. Tiigi muudavad kvaliteetseks avatus päikesele ja suur metsade osakaal ümbruskonnas. Kuna tiik on suhteliselt sügav ja asustatud kaladega, siis on selle väärtus teistele kahepaiksetele väiksem.



Foto 2. Raba- ja rohukonna sigimis- ja toitumis- ja talvitumispaik Võõbu Pikasilla soos. Elupaiga muudab väärtuslikuks püsiv veerežiim ja avatus päikesele.



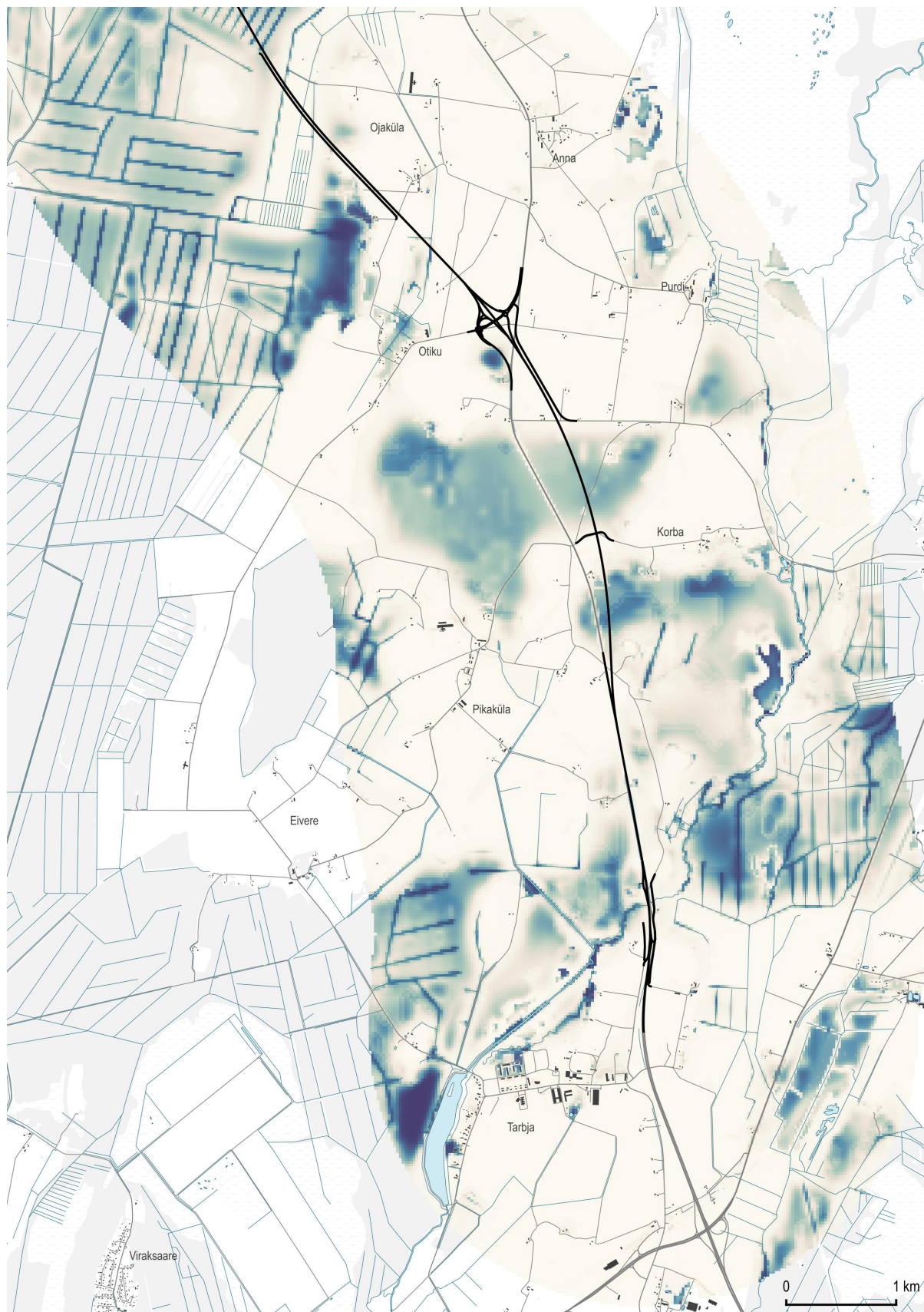
Foto 3. Metsakraav Puiatu külas on raba- ja rohukonna sigimisaik ning rändekoridor. Kraavid on kahepaiksetele väärtuslikud, kui neil on rohustunud kaldad ja põhi, avatud kraaviservad ning seisev või väga aeglaselt voolav vesi.



Foto 4. Niiske mets ja tiigid Tarbja külas Pärnu jõe ja Kükita Grilli naabruses on raba- ja rohukonna, hariliku kärnkonna ning tähnikesiliku sigimisaik, toitumisala ning rändekoridor.



Joonis 2. Kahepaiksetele kevadisel sigimise ja rände ajal kõrge väärtusega elupaikade paiknemine 2,5 km ulatuses trassi ümber, Võõbu ja Puiatu piirkonnas. Tumedamad, sinised ja rohelised toonid tähistavad kõrgemat elupaigaväärtust; musta joonega on tähistatud planeeritav maanteetrass. Mudeli aluseks on kahepaiksete väliinventuur ning Eesti Topograafia Andmekogu ja Mullakaart.



Joonis 3. Kahepaiksetetele kevadisel sigimise ja rände ajal kõrge väärtusega elupaikade paiknemine 2,5 km ulatuses trassi ümber, Oitku ja Tarbja piirkonnas. Tumedamad, sinised ja rohelised toonid tähistavad kõrgemat elupaigaväärtust; musta joonega on tähistatud planeeritav maanteetrass. Mudeli aluseks on kahepaiksete väliinventuur ning Eesti Topograafia Andmekogu ja Mullakaart.

3.2. Üldised soovitused

Planeeritava maantee alla jäävate ja ümbruskonna kahepaiksete kahjustamist on võimalik leevendada või vältida järgnevate lahendustega:

- 1) paigutades trassi vähemväärtuslikesse elupaikadesse ja selle pindala vähendades;
- 2) luues või taastades kahepaiksetele sobivaid elupaiku praegu inimõju tõttu neile vähesobivatesse kohtadesse;
- 3) rajades läbipääse, et tagada kahele poole teed jäävate asurkondade sidusus;
- 4) takistades loomade pääsu teele, et vältida hukkumist;
- 5) parandades tee tõttu tekkivate avatud elupaikade sobivust kahepaiksetele.

Soovitame vähendada uue teega kaasnevate rajatiste sh. puhkekohtade, ligipääsuteede jms. arvu või nihutada need likvideeritavate kohalike teede asemele, takistada vähemalt tihedamate asurkondade juures kahepaiksete pääs teele ning rajada regulaarselt kahepaikseläbipääse ja sigimisveekogusid hävivite veekogude asenduseks.

Sigimisveekogude, maismaaelupaikade ning talvitumispaikade kättesaadavus maastikus on muutuv. Uutesse kohtadesse võivad sobilikke sigimisveekogusid luua nt. kobraste tegevus, metsaraied, kaevandused ja tiikide kaevamine. Kvaliteetsete elupaikade dünaamika tõttu, tuleb piirkondades, kus tee läbib kahepaiksete kvaliteetsete elupaikade rajada läbipääsud regulaarselt, vähemalt 2 km tagant, et tagada geneetilise info vahetus maanteega läbi lõigatud asurkondade vahel. Kuna piirkonna üldine reljeefi iseloom annab eeldused kahepaiksete elupaikade kujunemisele ning lineaarsed maastikuelemendid, nagu vooluveekogud, suunavad liikumist, tuleks regulaarsed ja lisaläbipääsud paigutada teetrassil kahepaiksetele kõige sobivatesse kohtadesse. Otsese suremuse vältimiseks ja läbipääsude tõhususe suurendamiseks on oluline tõkestada kahepaiksete pääs maanteele, eriti tihedamate populatsioonide ehk paremate elupaikade (sh. sigimispaikade) läheduses. Läbipääsud ilma suunavate tõketeta, kahepaiksete hukkumist teel ei vähenda (Cunnington *et al.* 2014).

Kohati võib tee tänu maastiku avatuna hoidmisele ja rajatavatele veekogudele luua kahepaiksetele sobivaid elupaiku ja meelitada neid ligi. Kui selliste elupaikade loomise juures võetakse arvesse kahepaiksete elupaigavajadust ja ohutegureid, leevendavad need osaliselt tee negatiivset mõju. Näiteks settetiikide kompleksi puhtama veega tiigid võivad olla sobilikud sigimispaigad kahepaiksetele (vaata täpsemalt ptk. 3.5.). Ka selliste uudsete elupaikade juures tuleb takistada kahepaiksete pääs teele. Kui tee ehituse ajal ilmneb, et kahepaiksed liiguvad teele, tuleb seda takistada ajutiste tõketega.

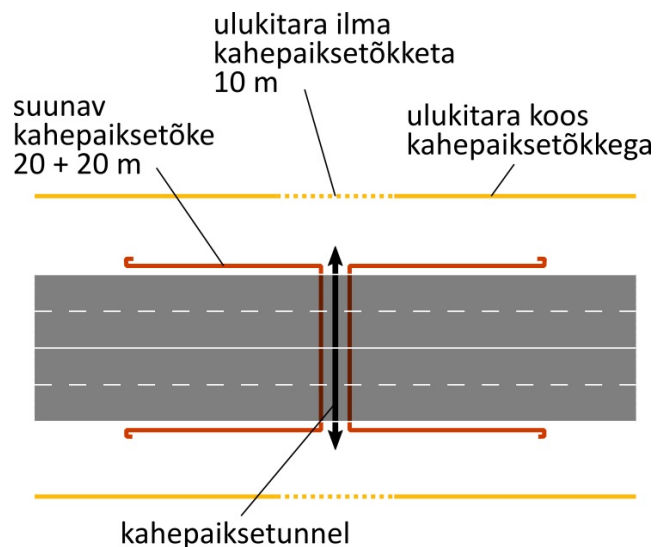
Kahepaiksed on tundlikud keskkonnareostuse suhtes. Seetõttu on väga oluline teelt lähtuv vesi puhastada ning vältida herbitsiidide ja muid mürke ning minimeerida soola kasutust teehoolduses märgalade, veekogude ja teiste kahepaiksetele oluliste elupaikade (vt. tabel 2) läheduses (Karraker *et al.* 2008). Oluline on minimeerida tee valgustamist ja mürareostust, mis häirib kahepaiksete sigimiskäitumist ja suhtlust helisignaalidega (konnalaul).

Kahepaiksete jaoks rajatud taristuid tuleb hooldada, et neid toimivana hoida; nende tõhusust seirata ning vastavalt tulemustele neid kohandada. Taristuobjektide tehniliste lahenduste väljatöötamisel on oluline täiendavalt spetsialistidega konsulteerida. Järgnevalt on esitatud üldised soovitused tehnilistele lahendustele vastavalt rohetaristu käsiraamatutele (luell *et al.* 2003, Klein 2010, van der Ree *et al.* 2015).

3.3. Tõkked

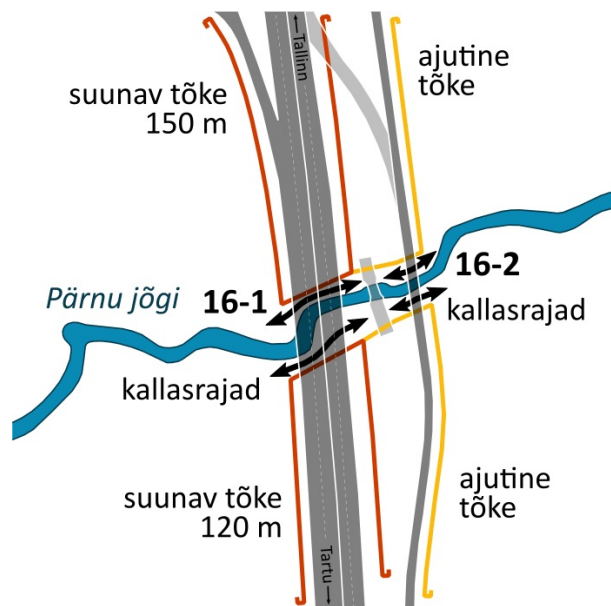
Kahepaiksete teelepääsu takistavad tõkked peavad olema vastupidavast läbipaistmatust materjalist. Sobivaimaks loetakse betooni. Väga oluline on, et tõkete alla ei tekiks (nt. külmarkerke tõttu) pilu, seepärast tuleb need osaliselt maasse kaevata. Võrk ei toimi suunava tõkkena, kuna kahepaiksed üritavad sellest üle ronida, et läbipääsu poole liikuda. Kahepaiksete noorjärgud on niivõrd väiksed, et võrguga on neid väga raske, kui mitte võimatu, tõkestada. Tõkete kõrgus peab olema vähemalt 40 cm ning ülemine serv tagasipööratud (negatiivse

kaldega). Ka horisontaalsuunas peavad tõkked lõppema tagasikäänatud otsaga. Nurk tõkete horisontaalse liikumisraja ja vertikaalse seina vahel ei tohi olla suurem kui 90° (võib olla vertikaalne või negatiivse kaldega). Kindlasti tuleb tõkked rajada läbipääsude juurde. Kui eraldi betoonist tõkete rajamine ei ole võimalik, siis võib need osaliselt ühildada suurloomataraga, mille alumine serv on muudetud kahepaiksetele läbipääsmatuks. Seda saab teha betoonist sokliga või osaliselt maasse ulatuva vastupidava metallist vertikaalse riba abil (joonis 4).



Joonis 4. Lahendus kahepaiksetõkete ühildamiseks ulukitaraga. 20 m kahepaiksetõkkest kummaski suunas piisab juhul, kui ulukitara on tehtud kahepaiksetele läbimatuks alumisse serva kinnitatud vastupidavast metallist osaliselt maasse ulatuva ribaga ja funktsioneerib kahepaiksetõkkena. Tunneli sissepääsu juures tuleb jätta ulukitarale kuni 10 m pikkune kahepaiksetele läbitav osa.

Kui tee ehituse käigus kasutatakse ajutisi ümbersõiduteid kahepaiksete kvaliteetsete elupaikade või rändeteede läheduses sigimisrände perioodil märtsist maini, siis tuleb rajada ajutised tõkked, mis välistavad loomade teesattumise. Võimalusel tuleb tagada loomade läbipääs tee teisele poolele. Näiteks kui Pärnu jõe Kükita silla rajamisel suunatakse liikluskoormus kevadel Kruusiaugu sillale siis tuleb kahepaiksete sigimisrände perioodil tõkestada loomade pääs Kruusiaugu tee (joonis 5, kohad 16-1 ja 16-2; vt. ka joonis 9, tabel 2, ala 16).



Joonis 5. Sillaaluste kallasradadega läbipääsulahendus Pärnu jõe piirkonnas (vt. ka ala 16: tabel 2, joonis 9). Punasega on tähistatud alalised betoonist tõkked; kollasega on tähistatud ajutine lahendus, mis on vajalik juhul, kui liiklus suunatakse kahepaiksete sigimisrände perioodil märtsist maini ajutiselt väiksele teele, kus muidu tõkkeid vaja ei ole; 16-1 – Kükita sild, 16-2 – Kruusiaugu sild.



3.4. Läbipääsud

Üldiselt on üle vooluveekogude rajatud pikendatud sillad, mis jätavad kallastele kuiva maa ribad ehk kallasrajad, parem lahendus kui väiksed kahepaiksetunnelid. Kallasradadega veekogud pakuvad paremat ühendatust mitmete teistelegi liikidele. Kallasradade pind peaks olema mullast ja soovitavalt taimestunud, mitte kaetud killustiku või kividega.

Spetsiaalselt kahepaiksetele rajatud tunnelitel ei tohi põhi olla üleujutatud. Tunneli põhi peab olema niiske, kuid vaba vett ei tohi olla. Sellele tuleb erilist tähelepanu pöörata, sest üldiselt liiguvad kahepaiksed märgades elupaikades ja seetõttu peaks ka läbipääsud paigutama sellistesse kohtadesse. Mitmed kahepaikseliigid väldivad rändamisel avavett. Kahepaiksetele sobivad läbipääsuks ka tunneliks kohaldatud veetruubid. Neile tuleb sel juhul rajada kuiv kallasrada. Juhul kui on võimalik rajada laiem tunnel, võiks kallasrajad olla mõlemal pool. Kui tunnel on kitsam, tuleb kallasrada teha ainult ühele poole, et see oleks laiem. 1 m läbimõõduga tunneli korral on soovitav järgida reeglit, et oleks jäetud 60 cm veele ja 40 cm kuivale kallasrajale. Eelistatud on kandilise ristlõikega tunnelid, kuna neil on laiem põhi – loomade liikumisala. Kandiliste tunnelite puhul on ka lihtsam vältida etteulatuvaid servi ja väiksemaidki pragusid tõkete ja tunneli ühinemiskohas, mis võivad vähendada tunneli tõhususe olematuks. Ümarad tunnelid tuleb poolenisti täita, et põhi oleks laiem ja seinad negatiivse kaldega.

Tunneli avaus ei tohi olla liialt suur, et ei tekiks tuuletõmmet, mis võib õrna nahaga kahepaikseid ohtlikult kuivatada ja jahutada. Samas peab tunnel olema piisavalt avar, et paistaks valgus tunneli teisest otsast. Suurema läbimõõduga tunnelisse jõuab rohkem valgust, mis loomi teise otsa poole meelitab. Arvestades, et rajatava tee laius on 26–30 m, oleks optimaalne kahepaiksetunnel 1,5 m lai ja 1 m kõrge (tabel 1; või ka luell *et al.* 2003, tabel 7.3). Lühem tunnel on kahepaiksete liikumiseks kindlasti parem, kuid on teada, et kahepaiksed suudavad kasutada kuni 40 m pikkuseid tunnelid (Clevenger & Ford 2010). Et tunnelid oleks võimalikult lühikesed, võiks need alata võimalikult tee lähedalt (teetammi ülaosas) ning paigutatud nii, et ei oleks ristumist mitme paralleelse teega. Kui läbipääs ristub mitme paralleelse teega, siis tuleb kahe tee vahel tunnel katkestada, kuid samas ühendada kahe tunneli otsad tõketega, mis suunavad loomad esimesest tunnelist väljudes teise tunnelisse.

Tabel 1. Kahepaiksetunnelite soovitatud minimaalsed mõõdud eri tunneli pikkuste ja ristlõike kujude puhul (van der Ree *et al.* 2015, tabel 31.1; vt. ka Luell *et al.* 2003 tabel 7.3).

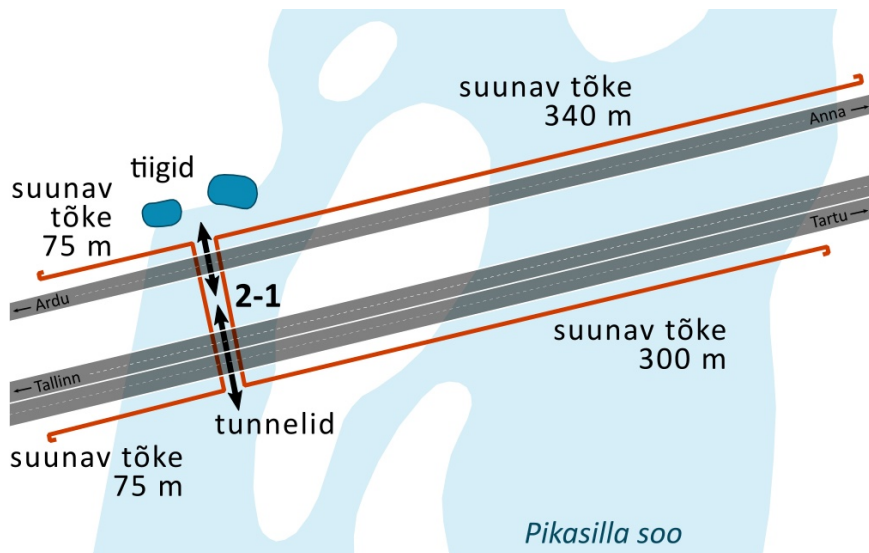
Tunneli ristlõike kuju		Tunneli mõõdud		
		Tunneli pikkus	20–30 m	30–40 m
Kandiline 	Laius × kõrgus		1,5 × 1,0 m	1,75 × 1,2 m
	Ristlõike pindala		1,5 m ²	2,1 m ²
Poolümar 	Laius × kõrgus		1,4 × 0,7 m	1,6 × 1,1 m
	Ristlõike pindala		0,7 m ²	1,3 m ²

Rajatavaid ökodukte saab kujundada kahepaiksetele sobivamaks – muuta need ühenduseks maantee tõttu killustatud asurkondade vahel. Selleks soovime rajada ökodukti otstesse (ja võimalusel selle peale) väikseid veesilmi ning paigutada ökoduktile, eriti selle põhjaserva, kivikuhjasid või kände. Rivina paigutatud kivid ja kändud ei takista suuremate loomade liikumist, samas loovad soodsa mikrokliima ja varjumiskoha kahepaiksetele, aga ka roomajatele, pisiimetajatele jt.

3.5. Asenduselupaigad

Asenduselupaigad tuleb luua ja taastada nii, et ei kahjustaks muid väärtuslikke loodusalasid, nt. ei ole põhjendatud tiigi kaevamine liigirikka soo asemele. Asenduselupaikade täpsema paigutamise ja kujundamise käigus tuleb konsulteerida kahepaikseekspertidega. Kui asenduselupaik rajatakse tee naabrusesse (lähemale kui 0,5 km) tuleb selle juures takistada kahepaiksete pääs teele ning rajada läbipääs tee alt. Spetsiaalsete sigimisveekogude puhul on oluline, et need oleksid laugete kallastega, päikesele avatud ja madalaveelised. Seejuures peab osa veekogust olema piisavalt sügav (vähemalt 1,5 m), et välistada selle täielikku kuivamist enne juuli lõppu. Kui kogu veekogule ei ole võimalik laugeid kaldaid rajada, siis tuleb vähemalt veekogu põhjakallas kujundada kahepaiksetele sobivalt laugeks (kuni 10°). Et pakkuda elupaika erineva sademete hulgaga aastatel, on soovitatav rajada erineva sügavusega veekogusid klastrina, st. mitu tiiki lähestikku. Vältida tuleb otseühendust suuremate veekogude, ojade ja kraavidega, et sigimisveekogudesse ei jõuaks kalu, kes toituvad kahepaiksete noorjarkudest.

Võõbu-Mäo trassil on soovitatav rajada asendusveekogud alal 2 koha 2-1 (vt. joonis 7) lähedal olemasolevast teest põhja pool (joonis 6) ja ala 16 lääneosas juhul, kui Kükita Grilli tagused tiigid tee ehituse käigus hävivad. Alal 2 on sobiv koht tiikide rajamiseks lageda teeserva ääres nii, et need on päikesele avatud. Tiikide lähedal on oluline tõkestada kahepaiksete pääs teele ning paigutada tunnelid, mille kaudu saavad loomad liikuda olemasoleva ja rajatava tee alt läbi. Tulemusena koondaksid tiigid teest põhja poole jäävad kahepaiksed tunneli avause juurde kokku ja leevendaksid tee mõju Pikasilla soo kvaliteetsetele elupaikadele ja kohalikele kahepaiksete asurkondadele.



Joonis 6. Kahepaiksete tõkete ja läbipääsu lahendus Võõbu Pikasilla soos (vt. ka ala 2: tabel 2, joonis 7). Suunavate veekogude (tiikide) rajamisel tuleb arvestada, et need jääksid päikesele avatuks.

Tee äärde teetammi osadena või muul põhjusel rajatavaid veekogusid on tõenäoliselt võimalik kohaldada vähemalt mõnedele kahepaikseliikidele sobivaks sigimiskohaks (Scher & Thiery 2005) ja seega kasutada neid asenduselupaigana. Settetiidude süsteemis soovitatakse suunata vett nii, et see järk-järgult puhastuks ning puhtamad tiigid või tiigiosad sobiksid elupaigaks paljudele liigirühmadele, sh. kahepaiksetele. Nendel tiikidel või tiigiosadel võiks kujundada vähemalt ühe teest eemal oleva kalda kahepaiksetele sobivalt laugeks (mitte üle 10° kaldega). Seejuures on soovitatav takistada kahepaiksete pääs neisse tiikidesse, kus vesi on liialt reostunud või kaldad on liialt järsud kasutades kahepaiksetõkkeid teest kaugemale jääval kaldal. Kui vee puhastamiseks kasutatakse märgalasid võiks need olla mitmeosalised, kus vesi saaks järk-järgult puhastuda. Nii on võimalik saavutada, et viimased järgud sobivad kahepaiksetele sigimis- või toitumispaiaks. Kraavide kaldad tuleks kujundada võimalikult laused ning mitte kasutada betoonääri. Hoiduda tuleks ka järskudest "kaevudest", kuhu kahepaiksed võiksid kukkuda, nt. seoses vee setitamise või filtreerimisega. Kui järsud kaldad on hädavajalikud, tuleb rajada kahepaiksete jaoks laused väljapääsud.

3.6. Tunnelite, tõkete ja asenduselupaikade hooldus

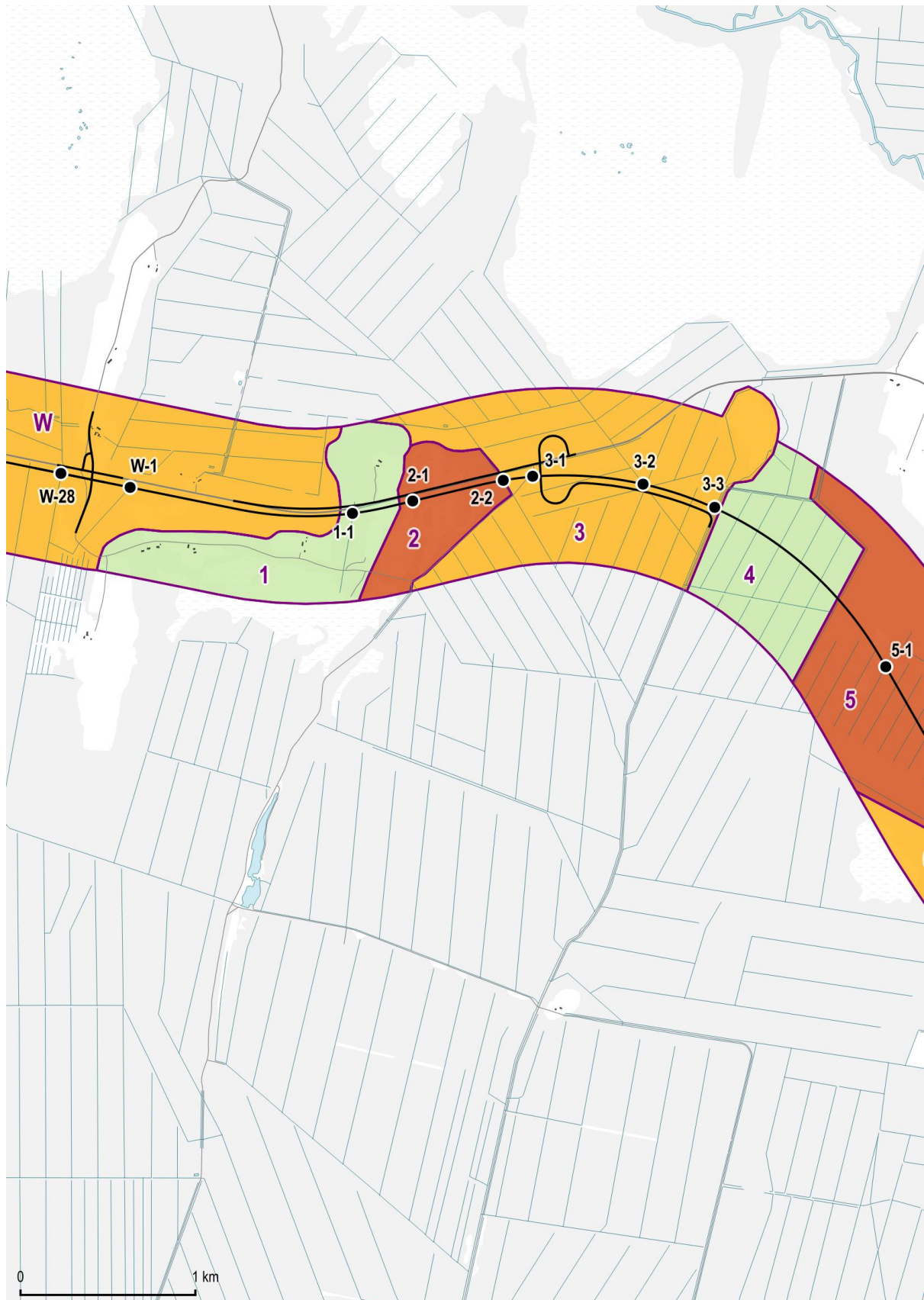
Tee kasutuse ajal tuleb tunneliteid, tõkkeid ja asenduselupaikadeid pidevalt toimivana hoida ja hooldada. Eriti oluline on tunnelite ja tõkete töökindluses veenduda enne kahepaiksete sigimise algust kevadel ja ka enne rännet tagasi talvituskohtadesse. Jälgida tuleb, et tunneli sissepääsud oleks vabad, tunnelisse poleks kogunenud risu, pinnast, vett või muid liikumistakistusi. Tõkete funktsionaalsuse säilitamise jaoks tuleb jälgida, et need oleksid terved ja piludeta, tihedasti vastu maad, need ei oleks kaetud kõrge taimestikuga, neile poleks kuhjunud risu, pinnast, prügi või muud, mis võimaldaks kahepaiksetel tõket ületada. Vältimaks taimestiku kasvamist otse tõkke vastu, peab tõkke ees olema lame ala, millel taimed juurduda ei saa (nt. betoonplaat; foto 4). Asenduselupaikadeks rajatud tiike tuleb regulaarselt puhastada, et hoida neid kinnikasvamast ja liiga varjuliseks muutumast. Tiikide puhastamise vajadus sõltub koha omapärasest ja orgaaniliste setete hulgast, kuid üldiselt on see vajalik umbes viie kuni kümne aasta tagant.



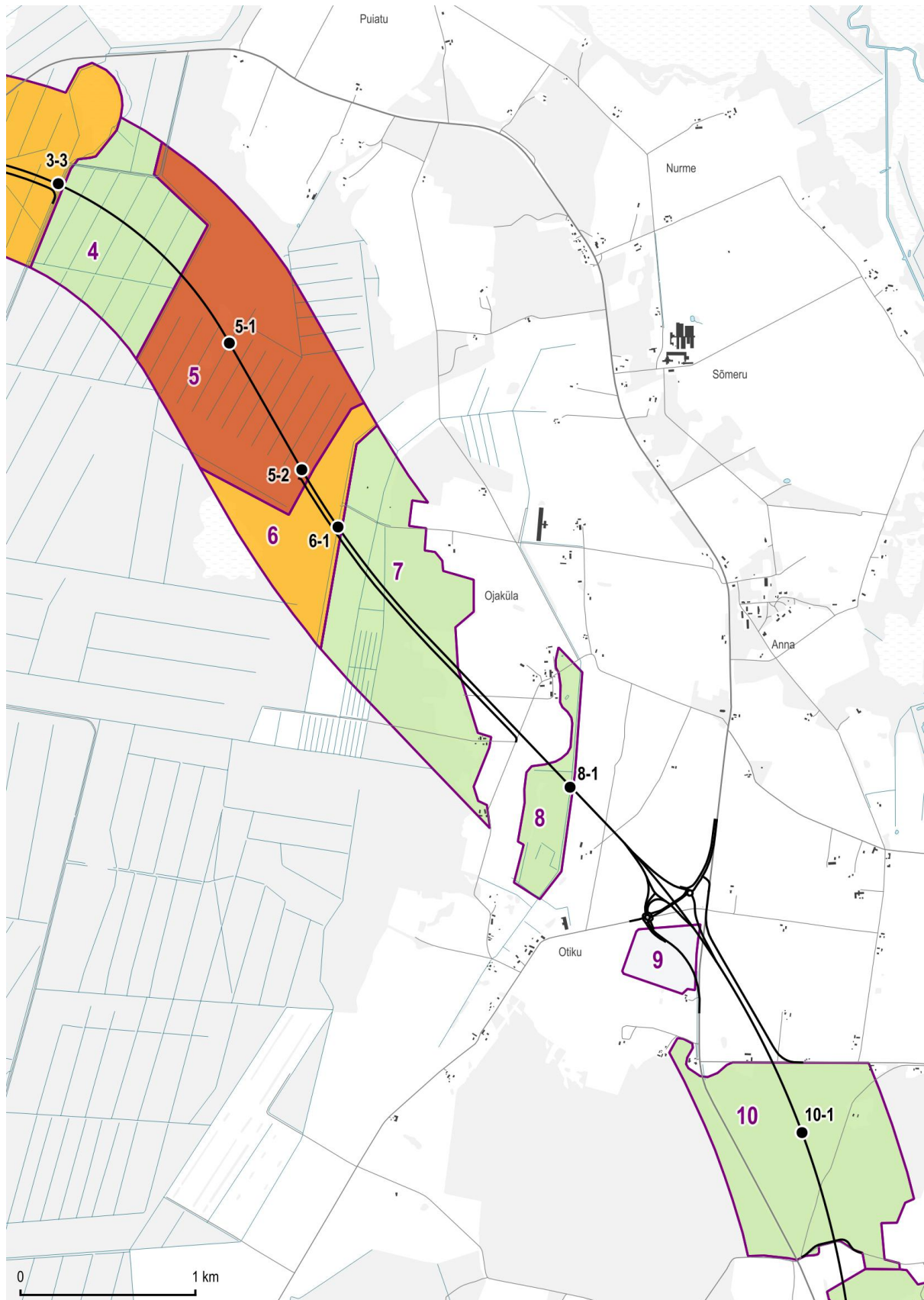
Foto 4. Suunav ja varjav kahepaiksetõke ja kandilise ristlõikega läbipääsulahendus Kiisal. Kasutatud on betooni, mis on kahepaiksete läbipääsulahenduste puhul hea ehitusmaterjal. Fotol kujutatud ala on taimestumata sest foto jäädvustati vahetult pärast ehitust.

3.7. Kohapõhised soovitused

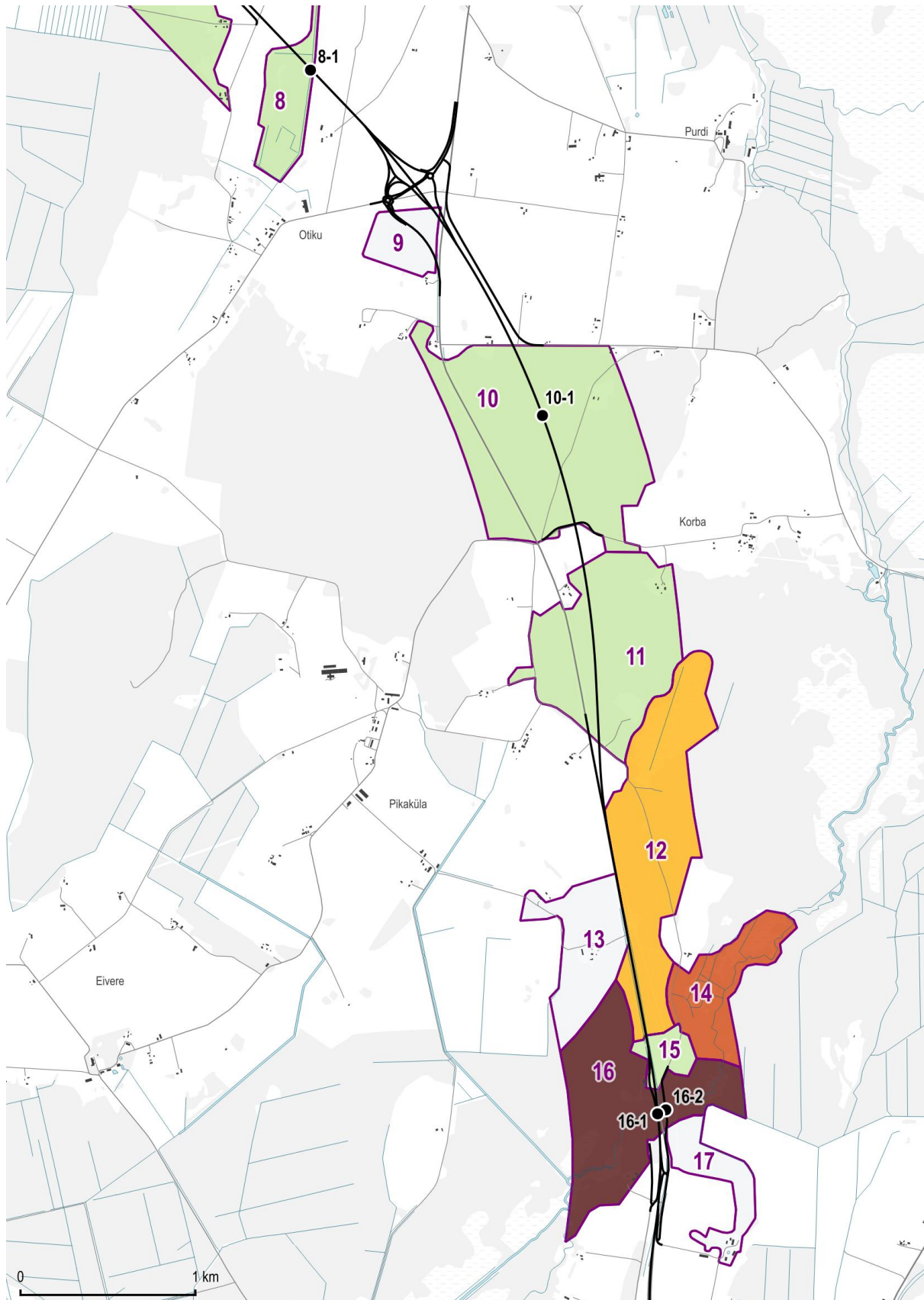
Väliinventuuri, andmebaaside (EELIS, ETAK, Mullakaart, eElurikkus), elupaigamudeli ja ekspertintervjuude alusel eristus planeeritaval maanteetrassil 17 kahepaiksetele olulist ala, mille kohta on järgnevalt toodud täpsem iseloomustus ja lahendussoovitus (joonised 7-9, tabel 2). Esmatähtis on leevendusmeetmed kasutusele võtta kõrgema olulisusastmega (I, II ja III) kohtades. Kui osa lahendustest ära jäetakse, on oluline pärast valiku tegemist uuesti kahepaikseeksperdiga konsulteerida, et tagada planeeringu funktsionaalsus.



Joonis 7. Kahepaiksetele olulised alad projekteeritaval põhimaantee 2 Võõbu-Mäo lõigul. Eristatud alade seletus ja suunised konfliktide lahendamiseks on esitatud tabelis 2. Lillad numbrid ja täht W tähistavad alade ID koode ja mustad kaheosalised numbrid tähistavad kohtade koode; ala värvus näitab konflikti olulisusastet vastavalt olulisuse kahanevas järjekorras: tumepunane – I, punane – II, kollane – III, roheline – IV, valge – V; Mustad, valge servajoonega punktid tähistavad soovitatud kohti kahepaiksete läbipääsude rajamiseks.



Joonis 8. Kahepaiksetele olulised alad projekteeritaval põhimaantee 2 Võõbu-Mäo lõigul. Eristatud alade seletus ja suunised konfliktide lahendamiseks on esitatud tabelis 2. Lillad numbrid tähistavad alade ID koode ja mustad kaheosalised numbrid tähistavad kohtade koode; ala värvus näitab konflikti olulisusastet vastavalt olulisuse kahanevas järjekorras: tumepunane – I, punane – II, kollane – III, roheline – IV, valge – V; Mustad, valge servajoonega punktid tähistavad soovitatud kohti kahepaiksete läbipääsude rajamiseks.



Joonis 9. Kahepaiksetele olulised alad projekteeritaval põhimaantee 2 Võõbu-Mäo lõigul. Eristatud alade seletus ja suunised konfliktide lahendamiseks on esitatud tabelis 2. Lillad numbrid tähistavad alade ID koode ja mustad kaheosalised numbrid tähistavad kohtade koode; ala värvus näitab konflikti olulisusastet vastavalt olulisuse kahanevas järjekorras: tumepunane – I, punane – II, kollane – III, roheline – IV, valge – V; Mustad, valge servajoonega punktid tähistavad soovitatud kohti kahepaiksete läbipääsude rajamiseks.

Tabel 2. Kahepaiksetele olulised alad projekteeritaval põhimaantee 2 Võõbu-Mäo lõigul ning suunised konfliktide lahendamiseks. Alade ja kohtade paiknemine on kujutatud joonistel 7–9. Olulisusastme väiksemad numbrid tähistavad maante tugevamat mõju kahepaiksete elupaikadele ja populatsioonidele ning kõrgemat rakendusprioriteetsust.

Ala ID (joonis)	Ala iseloomustus kahepaiksete elupaigana	Olulisus- aste	Olulisemad liigid	Soovitavad lahendused
W (7)	<p>Kahepaiksetele sobiv elupaik eelkõige väljaspool sigimisaega (suvel ja sügisel).</p> <p>Raied, avatud sihid kraavide ääres ja kobraste tegevus loovad sobivaid avatud sigimispaidu.</p>	III	Rohukonn, rabakonn, harilik kärnkonn.	<p>Säilitada ala veerežiim, hoiduda piirkonna kuivendamisest, säilitada alal olevad tiigid. Sobiv koht tee mõju leevenduseks sigimisveekogudega on teest lõuna pool kraavitatud niidu servas.</p> <p>Koht W-28: kohaldada Võõbu peakraavi veetruup kahepaiksetele sobivaks tunneliks või ehitada kallasradadega sild (tabel 1, lk 13). Rakendada sama olemasoleva maantee all oleva truubi puhul. Paigutada suunavad tõkked vähemalt 50 m ulatuses mõlemale poole läbipääsu.</p> <p>Koht W-1: kohandada veetruup kahepaiksetele sobivaks tunneliks ja mõlemas suunas rajada 30 m pikkused suunavad tõkked.</p>
1 (7)	<p>Üsna sobiv elupaik aastaringi. Väikesed tiigid ja kraavid sobivad kahepaiksetele sigimiskohtadeks.</p>	IV	Rohukonn, rabakonn, harilik kärnkonn, tähnikvesilik.	<p>Koht 1-1: kujundada ulukitunnel kahepaiksetele läbitavaks, rajada suunavad tõkked mõlemas suunas 50 m ulatuses. Planeeritav mürasein või -vall peaks olema kahepaiksetele läbipääsmatu ja võimalusel ühilduma kahepaikseid suunava tõkkega.</p>

Ala ID (joonis)	Ala iseloomustus kahepaiksete elupaigana	Olulisus- aste	Olulisemad liigid	Soovitavad lahendused
2 (7)	Väga sobiv elupaik aastaringi. Ala olulisust tõstab asupaik soode ja märgade metsade rikkas maastikus.	II	Rabakonn, rohukonn, tähnikvesilik, harilik kärnkonn.	<p>Säilitada ala veerežiim ja vältida taimetõrjevahendite kasutamist, et need ei satuks pinnavette.</p> <p>Koht 2-1: rajada kahepaiksetunnel märgala lääneossa ja tõkked kogu märgala ulatuses (tunnelist 300 m ida poole ja 75 m lääne poole). Rajada tunnel ka olemasoleva maantee alla. Paigutada tõkked olemasolevast maanteest põhja poole ja planeeritavast teest lõuna poole, mitte kahe maantee vahele (joonis 6, lk 14). Maanteest lõunapool asuv ja seega kiiremini soojenev tõke tuleb lahendatud nii, et see suunab kahepaiksed tagasi märgalale. Nii õnnestub vältida tõkke servas liikuvate kahepaiksete hukkumist kuivamise tagajärjel. Tõkke avatust päikesele saab vähendada selle servas olevate pöösastega.</p> <p>Juhul kui vana maantee liikluskoormus jääb alla 500 auto ööpäevas, võib kahe maantee vahelise ohutusseina kujundada kahepaiksetele läbimatuks tõkkeks ja ei pea eraldi tõket vanast maanteest põhja poole rajama. Kohast lõuna poole jääva märgala veerežiimi tuleb kindlasti säilitada. Põhja poole teed rajada tunneli lähedusse päikesele avatud veekogud, mis koondavad kahepaiksed tunneli juurde ja leevendaksid tee mõju kohalikule asurkonnale (joonis 6, lk 14).</p> <p>Koht 2-2: kohaldada veetruup kahepaiksetele sobivaks tunneliks ja rajada mõlemas suunas 25 m ulatuses suunavad tõkked.</p>
3 (7)	Sobiv elupaik eelkõige väljaspool sigimisaega (suvel ja sügisel). Raied, avatud sihid kraavide ääres ja kobraste tegevus loovad soodsaid avatud sigimispaiku.	III	Rabakonn, rohukonn.	<p>Säilitada ala veerežiim, hoiduda piirkonna kuivendamisest, säilitada alal olevad tiigid.</p> <p>Koht 3-1: Rajada ökoduktile otstesse ja võimalusel ka peale tiigikesed. Üle ökodukti suunavad kivi- ja kännurivid. Ökodukti äärtes olevad piirded peavad olema kahepaiksetele läbipääsmatud.</p> <p>Kohad 3-2 ja 3-3: kohaldada veetruup kahepaiksetele sobivaks tunneliks (tabel 1, lk 13) ja rajada mõlemas suunas 25 m ulatuses suunavad tõkked.</p>

Ala ID (joonis)	Ala iseloomustus kahepaiksete elupaigana	Olulisus- aste	Olulisemad liigid	Soovitavad lahendused
4 (7, 8)	Hea toitumisala kahepaiksetele, suvine elupaik.	IV	Rabakonn, rohukonn.	Vältida piirnevate alade kuivendamist ja taimetõrjevahendite kasutamist, eriti kui on oht, et kemikaalid satuvad pinnavette. Piirnevatele aladele (3 ja 5) rajada kahepaiksete läbipääsud (tabel 1, lk 13) koos suunavate tõketega.
5 (7, 8)	Niiske ja kraaviderohke mets, kus paiknevad kahepaiksete sigimis ja toitumiselupaigad.	II	Rabakonn, rohukonn, tähnikesilik, harilik kärnkonn.	Säilitada ala veerežiim ja vältida taimetõrjevahendite kasutamist, et need ei satuks pinnavette. Kohad 5-1 ja 5-2: rajada kahepaiksetunnel (tabel 1, lk 13) või juhul, kui seal paikneb veetruup, kohandada see kahepaiksetele sobivaks läbipääsuks. Kui neisse kohtadesse ei ole võimalik tunneleid rajada, siis nihutada tunnelid kagusuunas järgmisele kraavile. Tunnelite juurde rajada kahepaikseid suunavad tõkked 50 m ulatuses mõlemas suunas.
6 (8)	Metsa servas olev kraav on kahepaiksete sigimisveekogu. Võimalik, et kahepaiksed hakkavad kasutama ka teekraavi sigimispaigana.	III	Rabakonn, rohukonn.	Koht 6-1: rajada kahepaiksetunnel või kohaldada veetruup kahepaiksetele sobivaks läbipääsuks (tabel 1, lk 13). Rajada kahepaiksete liikumist suunavad tõkked mõlemas suunas 25 m ulatuses.
7 (8)	Heinamaa ja sellega piirnev viljakas mets on kahepaiksete toitumisala.	IV	Rohukonn, rabakonn, harilik kärnkonn.	Vältida elupaigakompleksi idaserva kahjustamist tee ehituse ja kasutuse ajal. Peale tee rajamist korraldada seire, et tuvastada kahepaiksete võimalik rohke liikumine teele. Selle ilmnemisel pikendada koha 6-1 suunavaid tõkkeid või paigaldada ajutised tõkked kahepaiksete rände ajal.
8 (8)	Viljakas mets on kahepaiksetele sobivaks elupaigaks väljaspool sigimisperioodi. Metsa servas paiknev kraav on sigimiselupaik.	IV	Rohukonn, rabakonn.	Koht 8-1: võimalusel kujundada veetruup kahepaiksetele sobivaks läbipääsuks. Rajada kahepaiksete liikumist suunavad tõkked 50 m ulatuses. Tõkked on olulisemad teest edela suunas (metsa pool). Kui kahepaiksete läbipääsu ei ole võimalik rajada, siis ehitada ainult tõkked mõlemale poole teed, et takistada loomade liikumist teele.
9 (8, 9)	Viljakas mets on kahepaiksetele sobivaks elupaigaks väljaspool sigimisperioodi.	V	Rohukonn, rabakonn, harilik kärnkonn.	Vältida elupaigakompleksi kahjustamist tee ehituse ja kasutuse ajal. Peale tee rajamist on oluline korraldada seire, et selgitada kahepaiksete rohke liikumine teele. Selle ilmnedes rajada püsivad tõkked või paigaldada ajutised tõkked rände ajal.

Ala ID (joonis)	Ala iseloomustus kahepaiksete elupaigana	Olulisus- aste	Olulisemad liigid	Soovitavad lahendused
10 (8, 9)	Viljakas mets on kahepaiksetele sobiv elupaik väljaspool sigimisperioodi.	IV	Rohukonn, rabakonn.	Koht 10-1: kujundada ulukitunnel kahepaiksetele läbitavaks, rajada suunavad tõkked mõlemas suunas 50 m ulatuses.
11 (9)	Hea toitumisala suvel, väljaspool sigimisperioodi.	IV	Rabakonn, rohukonn.	Vältida elupaigakompleksi kahjustamist tee ehituse ja kasutuse ajal. Ala lõunaosas on suurem oht kahepaiksete teele sattumiseks. Rajatavas settetiikide süsteemis suunata vett nii, et see järk-järgult puhastuks ning puhtamad tiigid või tiigiosad sobiksid elupaigaks paljudele liikidele, sh. nii kahepaiksetele kui teistele liigirühmadele. Puhta veega tiikidel kujundada teest eemal olev kallas kahepaiksetele sobivalt laugeks (mitte üle 10° kaldega). Settetiikide ja manatee vahele rajada kahepaiksetõke 150 m ulatuses. Et ära hoida kahepaiksete hukkumist on soovitatav takistada kahepaiksete pääsemist neisse settetiikidesse, kus vesi on liialt reostunud või kaldad on loomade väljapääsemiseks liialt järsud. Selleks rajada kahepaiksetõkked teest kaugemale jääval kaldal.
12 (9)	Ala keskosas olev väike märgala, mis paikneb vahetult olemasoleva tee kõrval on kahepaiksete sigimiselupaik ja hea toitumisala. Ala põhjaosa on hea sigimiselupaik, mis asub teest eemal, kuid kevadel võib sinna koonduda kahepaiksete sigimis ränne. Ülejäänud ala on hea sigimisperioodiväline elupaik.	III	Rohukonn, rabakonn, tähnikvesilik.	Säilitada ala veerežiim, vältida märgalade kuivendamist. Vältida taimetõrjevahendite kasutamist ala keskosas, kus on kemikaalide pinnavette sattumise oht, mis kahjustaks kahepaiksete elupaiku. Kui tee ehituse ajal suunatakse liiklus kahepaiksete rände perioodil (märts-mai) ala läbivale väikesele teele, siis paigutada ajutised kahepaiksete tõkked ja vältida teeäärsete märgalade kahjustamist.
13 (9)	Kuiv mets. Kahepaiksetele keskmisest madalama väärtusega toitumiselupaik.	V	Harilik kärnkonn, rohukonn, rabakonn.	Otsest konflikti rajatava teega ei ole, aga vältida elupaigakompleksi tugevat mõjutamist, sest ala on osa ümbruskonna kõrge väärtusega elupaigakompleksist.

Ala ID (joonis)	Ala iseloomustus kahepaiksete elupaigana	Olulisus- aste	Olulisemad liigid	Soovitavad lahendused
14 (9)	Kahepaiksetele oluline elupaigakompleks. Märjala on kahepaiksetele hea toitumis- ja sigimisala.	II	Rabakonn, rohukonn, harilik kärnkonn, tähnikvesilik.	Vältida elupaigakompleksi kahjustamist tee ehituse ja kasutuse ajal. Kui tee ehituse ajal suunatakse liiklus kahepaiksete rände perioodil (märts–mai) ala läbivale väikesele teele, siis paigutada ajutised kahepaiksete tõkked ja vältida teeäärsete lompide kahjustamist.
15 (9)	Heinamaad on kahepaiksete toitumiselupaik ja rändeala piirnevate kõrge väärtusega elupaikade vahel.	IV	Harilik kärnkonn, rohukonn, rabakonn.	Lähedal on olulised kahepaiksete sigimiselupaigad, seega on soovitatav vältida sellel ala kasutamist laoplatšina. Vajadusel kasutada ladustamiseks olemasolevaid teealasiid.
16 (9)	Kükita Grilli tagused tiigid on olulised kahepaiksete sigimisalad. Pikki Pärnu jõge paikneb kahepaiksete rändekoridor. Jõega piirnevad head toitumisalad, jõgi on rohukonna talvitumiselupaik.	I	Rohukonn, rabakonn, harilik kärnkonn, tähnikvesilik.	Säilitada ala veerežiim ja vältida taimetõrjevahendite kasutamist, et need ei satuks pinnavette. Kui Kükita Grilli tagused tiigid hävivad, siis rajada ala lääneserva asendusveekogud. Settetiikide süsteemis suuna vett nii, et see järk-järgult puhastuks ning puhtamad tiigid või tiigiosad sobiksid elupaigaks paljudele liigirühmadele, sh. kahepaiksetele. Nendel tiikidel või tiigiosadel kujundada teest eemal olev kallas kahepaiksetele sobivalt laugeks (mitte üle 10° kaldega). Et ära hoida kahepaiksete hukkumist on soovitatav takistada kahepaiksete pääsemist neisse settetiikidesse, kus vesi on liialt reostunud või kaldad on loomade väljapääsemiseks liialt järsud. Selleks rajada kahepaiksetõkked teest kaugemale jäävale kaldale. Koht 16-1: jätta kallasrajad silla alla. Rajada suunavad seinad kogu ala ulatuses (joonis 5, lk 12). Koht 16-2: jätta kallasrajad silla alla. Kui ehituse ajal suunatakse liiklus Kruusiaugu sillale ja kui ehitus satub kahepaiksete rände perioodile (märts–mai), siis tõkestada ajutiselt kahepaiksete liikumine teele ja tagada nende ohutu läbipääs. Selleks suunata kahepaiksed sillaalustele kallasradadele või toimetada loomad käsitsi üle tee (joonis 5, lk 12).
17 (9)	Mets on ühenduskoridor ala lõunaotsas oleva talu õuel asuva tiigi ja Pärnu jõe äärsete elupaikade vahel.	V	Rohukonn, harilik kärnkonn.	Otsest konflikti rajatava teega ei ole, aga vältida elupaigakompleksi tugevat mõjutamist, sest ala on osa ümbruskonna kõrge väärtusega elupaigakompleksist toitumisala ja rändekoridorina.

4. Kirjandus ja allikad

- Blaustein, A.R., Wake, D.B. 1995. The puzzle of declining amphibian populations. *Scientific American* 272: 52–57.
- Clevenger, A.P., Ford, A.T. 2010. Wildlife crossing structures, fencing, and other highway design considerations. Koguteoses Beckman, J.P., Clevenger, A.P., Huijser, M.P., Hilty, J.A. (toim.) *Safe passages. Highway, wildlife, and habitat connectivity*. Island Press. Washington, Covelo, London. Lk. 17-50.
- Cunnington, G.M., Garrah, E., Ewen, E., Fahrig, L. 2014. Culverts alone do not reduce road mortality in anurans. *Ecoscience*, 21: 69–78.
- EELIS. Eesti Looduse Infosüsteem – Keskkonnaregister. Keskkonnaagentuur. 09.06.2016.
- eElurikkus. Eesti ohustatud liikide punane nimestik [<http://elurikkus.ut.ee/prmt.php?lang=est>]. Vaadatud 17.05.2010.
- ETAK. Eesti Topograafia Andmekogu. Maa-amet. 26.06.2016.
- Eigenbrod, F., Hecnar, S.J., Fahrig, L. 2009. Quantifying the road-effect zone: Threshold effects of a motorway on anuran populations in Ontario, Canada. *Ecology and Society*, 14: 24.
- Franklin, J. 2009. *Mapping Species Distribution*. Cambridge University Press.
- luell, B., Bekker, G.J., Cuperus, R., Dufek, J., Fry, G., Hicks, C., Hlavác, V., Keller, V., Le Maire Wandall, B., Rosell, C., Sangwine T., Törsløv, N. (toim.) 2003. *Wildlife and traffic: a European handbook for identifying conflicts and designing solutions*. COST 341, *Habitat fragmentation due to transportation infrastructure*. KNNV Publishers, Brüssel, Belgia.
- Jaeger, J.A.G, Bowman, J., Brennan, J., Fahrig, L., Bert, D., Bouchard, J., Charbonneau, N., Frank, K., Gruber, B., Von Toschanowitz, K.T. 2005. Predicting when animal populations are at risk from roads: an interactive model of road avoidance behavior. *Ecological Modelling* 185 (2005) 329–348.
- Joachimsen, D. M., C.R. Peterson, K.M. Andrews, J.W. Gibbons, 2004. A literature review of the effects of roads on amphibians and reptiles and the measures used to minimize those effects. Idaho Fish and Game Department, Boise, Idaho, and USDA Forest Service, Washington, DC.
- Kovar, R., Brabec, M., Vita, R., Bocek, R. 2009. Spring migration distances of some Central European amphibian species. *Amphibia Reptilia*, 30: 367–378.
- Klein, L. 2010. Loomad ja liiklus Eestis. Käsiraamat konfliktide määratlemiseks ja tehnilised lahendused meetmete rakendamiseks. Maanteeamet, Tallinn-Tartu.
- Karraker, N.E., Gibbs, J.P., Vonesh, J.R. 2008. Impacts of road deicing salt on the demography of vernal pool-breeding amphibians. *Ecological Applications*, 18: 724–734.
- Phillips, S.J., Dudik, M. 2008. Modeling of species distributions with Maxent: new extensions and a comprehensive evaluation. *Ecography*, 31: 161–175.
- Scher, O., Thiéry, A. 2005. Odonata, amphibia and environmental characteristics in motorway stormwater retention ponds (Southern France). *Hydrobiologia*, 551: 237–251.
- Van der Ree, R., Smith, D. J., Grilo, C. 2015 *Handbook of road ecology*. Wiley Blackwell.