

EESTI MAAÜLIKOOL

Veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut
Vesiviljeluse osakond

Kalanduse Teabekeskuse ja
Eesti Maaülikooli Veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituudi
teostatud projekti

MIKROKIIPMÄRGISTE (PIT MÄRGISTE) MÕJU JÕEVÄHKIDE ELLUJÄÄMUSELE NII KASVANDUSE KUI KUNSTLIKES TINGIMUSTES

LÕPPARUANNE

Koostaja: projekti vastutav täitja Katrin Kaldre



Euroopa Liit
Euroopa Merendus- ja Kalandusfond



www.emu.ee
Eesti Maaülikool
Estonian University of Life Sciences

Tartu 2017

SISUKORD

SISSEJUHATUS	3
1. ÜLEVAADE VARASEMATEST PIT MÄRGISTAMISE UURINGUTEST	4
2. MATERJAL JA METOODIKA	6
2.1. Märgistamise metoodika	6
2.2. Märgistamiskatse läbiviimine vähikasvanduses	7
2.3. Märgistamiskatse läbiviimine EMÜ VLI vesiviljeluse osakonna basseinides.....	10
3. TULEMUSED	15
3.1. Märgistamise mõju vähkide ellujäämusele vähikasvanduse sumpades	15
3.2. Märgistamise mõju vähkide ellujäämusele EMÜ VLI vesiviljeluse osakonna basseinides.....	15
JÄRELDUSED JA ETTEPANEKUD	18
KASUTATUD KIRJANDUS.....	19

SISSEJUHATUS

Jõevähk (*Astacus astacus* L.) on vastavalt EL loodusdirektiivile, Berni konventsioonile ja Maailma Looduskaitse Liidu (IUNC) punasele raamatule ohualdis liik. Samal ajal on ta Põhjamaades kõrgelt hinnatud püügi- ja kaubandusobjekt.

Eestis on vähikasvatusega tegeletud üle 20 aasta, kuid toodangu mahtusid ei ole vaatamata senistele investeeringutoetustele suudetud tõsta. Selle üheks põhjuseks võib pidada puudulikku aretustööd.

Täheldatav on, et osade (looduslike) veekogude isasvähid on sama pikkuse juures raskemad ja suuremate sõrgadega ning võivad erineda kasvukiiruste osas. Kui kasvatatud vähkidel on suurem tarbimisväärtus (sõrgade lihasaagise arvelt), saab sellega tõsta kasvanduse toodangu konkurentsivõimet. Majanduslikult oluliste tunnuste (nt. ellujäämus, kasvukiirus, suuremad sõrad) erinevuste põhjuste (geneetilistest või keskkonnast tingitud faktorid) välja selgitamine võimaldaks välja töötada efektiivsemaid aretusprogramme.

Suuremamahulise ja pikaajalise erinevate populatsioonide kooskasvatamise võrdluskatsega oleks võimalik välja selgitada kõrgema elulisusega, kasvukiirusega ja tarbimisväärtusega populatsioonid ja luua nende põhjal sünteetilise kõrge geneetilise muutlikkusega lähtekarja edasiseks aretustööks. Geneetilise variatsiooni olemasolu tunnusel on aretustöö eelduseks.

Uuringute läbiviimiseks nii looduses kui labori tingimustes on vaja vähke individuaalselt märgistada. Kuna jõevähid kasvavad kestudes, siis seniseid kasutusel olevaid väliseid märgistamise meetodeid pikemaajalistes uuringutes kasutada ei saa. Keha sisse süstitavate mikrokiipidega (PIT märgised) märgistamine võimaldaks teha vähkidega selliseid uuringuid, kus iga isendit saab identifitseerida ja määrata tema kasvu, välimuse muutusi ja selgitada, millised isendid surid ning otsida nende näitajate vahelisi seoseid. Samuti on identifitseerimine vajalik suguloomade valikul aretuse tarbeks.

Käesoleva projekti eesmärgiks oli hinnata PIT märgiste kasutamise võimalusi ja nende mõju jõevähkide ellujäämusele nii kasvanduse kui kunstlikes tingimustes. Projekti tulemusena on võimalik hinnata PIT märgiste kasutamise võimalusi edaspidistes vähkidega läbi viidavates teadusuuringutes (ka söödakatsetes) nii kasvanduse kui kunstlikes tingimustes, mille eesmärgiks on majanduslikult oluliste tunnuste päritavuse ja suurima geneetilise potentsiaaliga populatsioonide välja selgitamine ning aretustöö lähtekarja moodustamine.

1. ÜLEVAADE VARASEMATEST PIT MÄRGISTAMISE UURINGUTEST

Mikrokiipide ehk PIT (*passive integrated transponder*) märgiste süsteem töötati välja 1980. aastate keskel (PIT Tag Marking Procedures Manual, 1999). Esmalt kasutati kiibistamise meetodit kalade jälgimiseks. Järjest enam on hakatud kasutama väiksemate loomade, lindude, roomajate ja kahepaiksete uurimiseks. Kiip, mis sisestatakse looma naha alla, vähkide puhul kooriku alla laka lihasesse või kõhu pindmisesse kihti, on väike (1,5 X 7 mm kuni 4 X 34 mm) klaasist kapsel, mille sees on antenn, kondensaator ja voolu paneel. Paigaldamiseks kasutatakse spetsiaalset süstalt, andmete lugemiseks kiibilugejat (Hill *et al.*, 2006).

Varasemates teadaolevates vähkide märgistamise uuringutes on kasutatud erineva suurusega PIT märgiseid *Pacifastacus* ja *Orconectes* perekonna vähiliikidel, mis on süstitud nii laka lihasesse kui ka kõhuõõnde (Buřič *et al.*, 2008; Bubb *et al.*, 2002a; Black *et al.*, 2010; Wiles, Guan, 1993; Westhoff, Sievert, 2013). Bubb *et al.* (2002a) kasutas kiipe suurusega 2,1 X 12 mm. Süstimist alustati neljanda paari käimisjalgade vahelt ning kiip asetati seedenäärme alla. Black *et al.* (2010) kasutas väiksemaid kiipe (2,12 X 8,5 mm), Wiles ja Guan (1993) aga suuremaid kiipe (2 X 13 mm).

Tuginedes Black *et al.* (2010) uurimusele, kasutasid Westhoff ja Sievert (2013) kiipe suurusega 2,12 X 8,5 mm, lisaks veel ka kiipe suurusega 2,07 X 12,5 mm. Nii Black *et al.* (2010) kui ka Wiles ja Guan (1993) sisestasid süstla nõela neljanda paari käimisjalgade vahelt, Westhoff ja Sievert (2013) aga laka esimese ja teise segmendi vahelt.

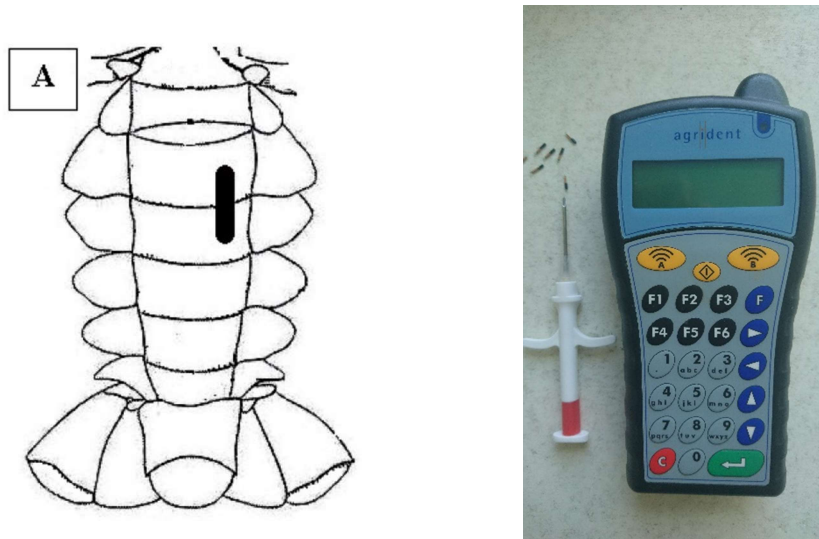
Buřič *et al.* (2008) läbi viidud katses sisestati kiibid suurusega 2,1 X 12 mm tagakeha kolmanda lüli laka lihasesse. Tulemused näitasid, et märgised ei avaldanud mõju vähi kestumisele ega suremusele ogapõskse vähi puhul (ellujäämus üle 90%). Kirsi Mekk (2014) magistritöös viidi märgistamiskatse läbi esmakordselt jõevähkidega, võttes aluseks Buřič *et al.* (2008) metoodika ning Black *et al.* (2010) soovitus viia edaspidi katseid läbi väiksemate kiipidega. Antud katses kasutati PIT märgiseid suurusega 7 X 1,5 mm. Varasemate katsete tulemused mujal maailmas on näidanud, et kiipidega märgistamine mõjutab enim väiksemaid vähke. Võrreldes varasemate katsetega, oli antud magistritöös kasutusel kõige väiksemad kiibid ja kõige suuremad vähid (keskmine CL 49,5 mm). Ometi suurenes suremus pikkuse kasvades. Ellujäämus kogu katses oli 58,6%. Kuna antud katses surnud vähkidest 75% olid lapihaiged, võis suremuse üheks

põhjuseks olla lapihaiguse poolt nõrgestatud organism, vähkide pidamistingimused ning jõevähi väiksem stressitaluvus võrreldes varasemates uuringutes kasutatud vähiliikidega.

2. MATERJAL JA METOODIKA

2.1. Märjastamise metoodika

Kõik katses osalenud vähid märjastati vastavalt Buřič *et al.* (2008) metoodikale, mida kasutati ka EMÜ-s valminud magistritöös. Käesolevas uuringus kasutati aga veel väiksemaid mikrokiipe. Spetsiaalse eelnevalt steriliseeritud süstlaga sisestati PIT märgis (FDX-B, 7 x 1,35 mm) läbi vähi kõhtmise poole tagakeha kolmanda lüli laka lihasesse (joonis 1 ja 2). Igale märkele sisestati individuaalne kood ja see tuvastati Agrident APR350 lugeri abil (joonis 1). Pärast kiibi sisestamist kontrolliti kõikide kiipide loetavus veel kord üle.



Joonis 1. Kiibi asukoht vähi laka lihases vastavalt Buřič *et al.* (2008) metoodikale, PIT märke, kiibi paigaldaja ja Agrident APR350 luger. Foto: K. Kaldre



Joonis 2. PIT märke süstimine vähi laka lihasesse ja kiibi lugemine. Foto: K.Kaldre

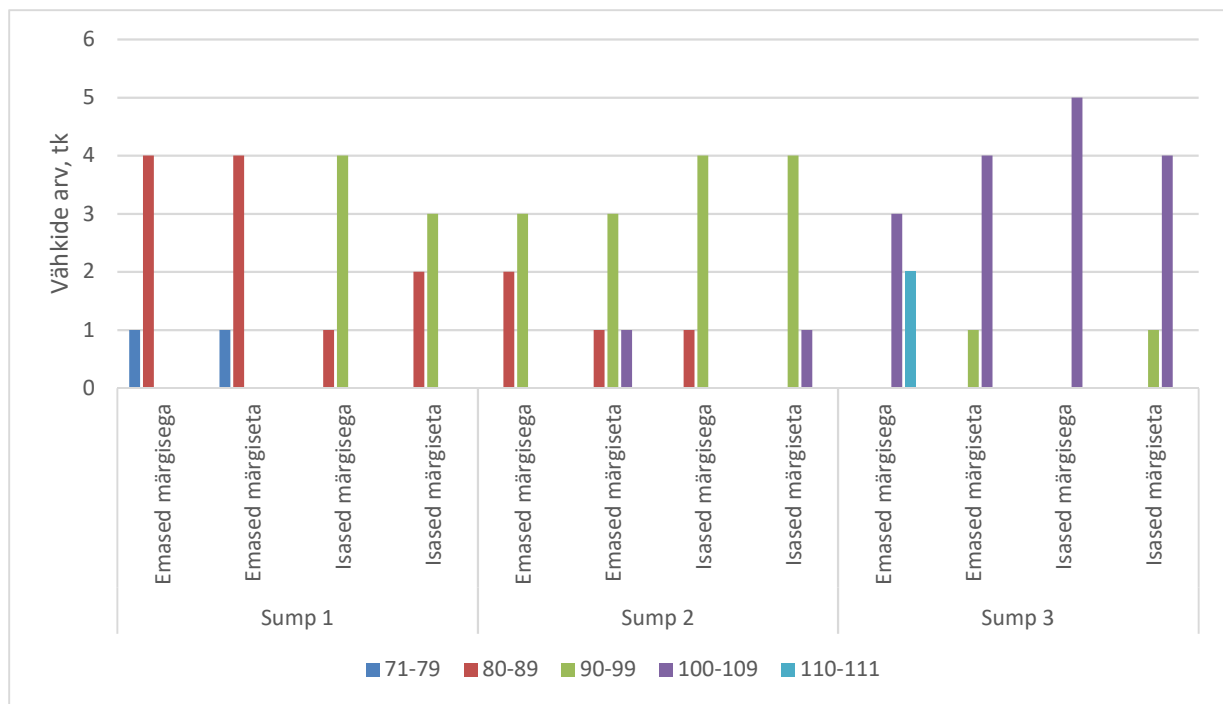
2.2. Märgistamiskatse läbiviimine vähikasvanduses

Märgistamiskatse viidi läbi Harjumaal Kurtina küla Aru talus asuvas TP Invest OÜ vähikasvanduses ajavahemikul 02.09.2016 – 03.05.2017 (243 päeva). Katse alguses valiti välja puuduvate ja taastuvate jäsemeteta ning haigustunnusteta vähid (n=60), määrati sugu, jaotati visuaalselt kolme pikkusrühma, seejärel mõõdeti vähkide täispikkused (TP) (joonis 3 ja 4, tabel 1) ja seljakilbi pikkused (SP) (joonis 3 ja 5, tabel 1) ning nad kaaluti (joonis 3 ja 6, tabel 1). Vähid paigutati võrdsel arvul kolme eraldi 0,5 m² suurusesse metallraamil ja kapronvõrgust tehtud sump, mis olid varustatud varjepaikadega (joonis 7) ning lisaks kindlustatud tsinkvõrguga röövloomade kaitseks.

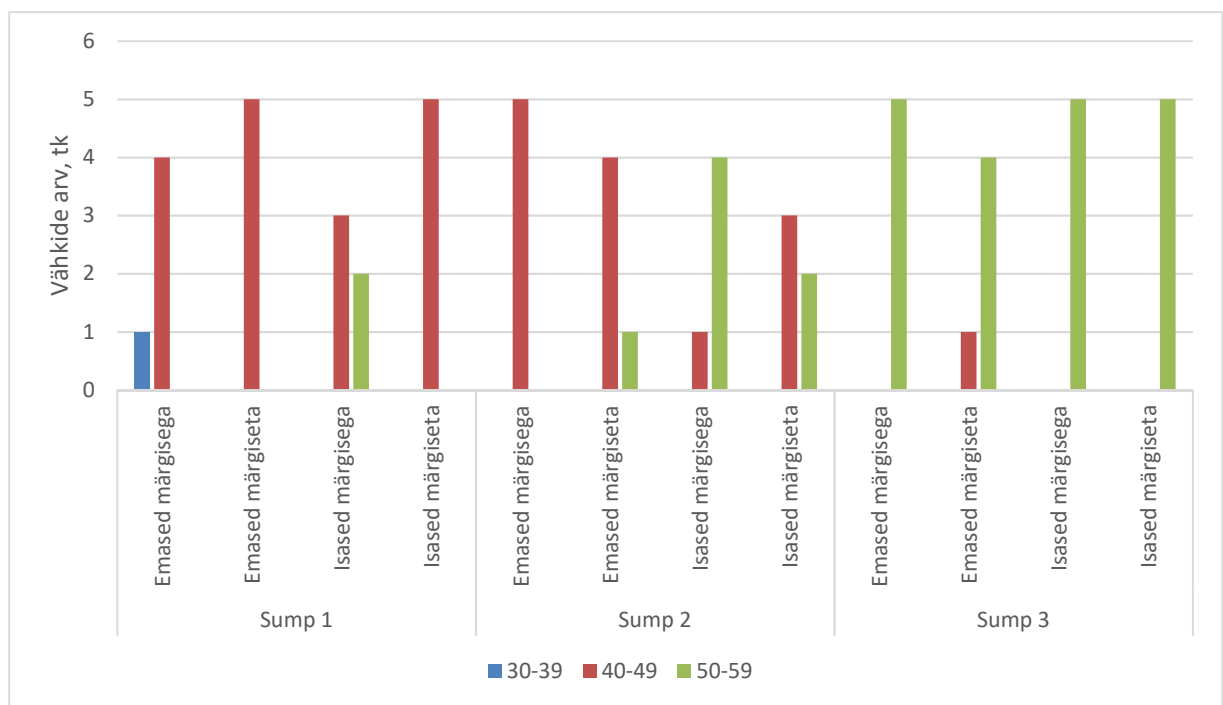


Joonis 3. Vähkide täispikkuse ja seljakilbi pikkuse mõõtmine ning kaalumine. Fotod: K. Kaldre

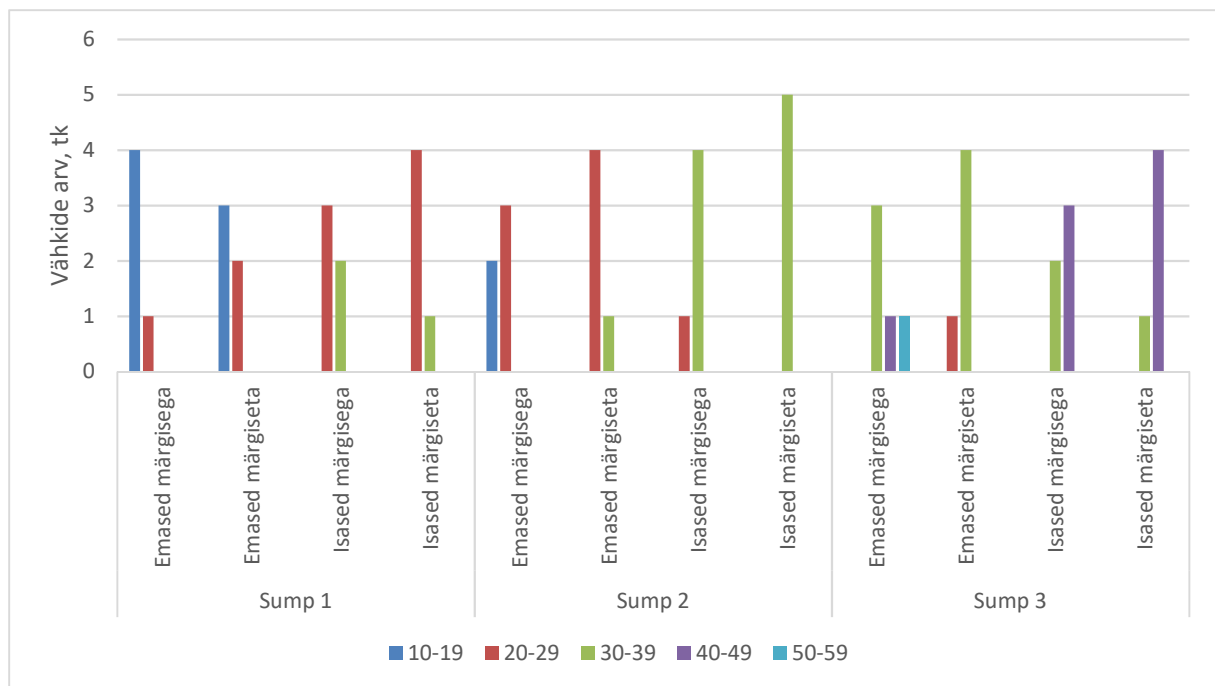
Esimeses sumbas oli kõige rohkem väiksemaid vähke, teises keskmiseid ja kolmandas kõige suuremaid vähke (joonis 4, 5 ja 6, tabel 1).



Joonis 4. Tiigis sumpades olnud emaste ja isaste, märgisega ja märgiseta vähkide täispikkus pikkusrühmade kaupa.



Joonis 5. Tiigis sumpades olnud emaste ja isaste, märgisega ja märgiseta vähkide seljakilbi pikkus pikkusrühmade kaupa.



Joonis 6. Tiigis sumpades olnud emaste ja isaste, märgisega ja märgiseta vähkide kaal kaalurühmade kaupa.

Tabel 1. Sumpades olnud emaste ja isaste, märgisega ja märgiseta vähkide keskmine pikkus (TP ja SP) ja kaal $\pm$ standardhälve (SD) katserühmade kaupa

Katse-sumbad	Sugu	Märgisega/märgiseta	Vähkide arv	TP $\pm$ SD, mm	SP $\pm$ SD, mm	Kaal $\pm$ SD, g
Sump 1	emane	märgisega	5	82,00 $\pm$ 4,90	40,80 $\pm$ 2,22	16,86 $\pm$ 3,93
	emane	märgiseta	5	84,00 $\pm$ 4,80	42,03 $\pm$ 2,03	18,29 $\pm$ 2,96
	isane	märgisega	5	93,20 $\pm$ 3,19	48,96 $\pm$ 1,55	29,45 $\pm$ 2,63
	isane	märgiseta	5	91,20 $\pm$ 2,59	47,66 $\pm$ 1,65	27,54 $\pm$ 3,62
Sump 2	emane	märgisega	5	90,00 $\pm$ 3,87	45,75 $\pm$ 1,52	22,99 $\pm$ 3,83
	emane	märgiseta	5	95,00 $\pm$ 4,53	47,82 $\pm$ 2,52	27,36 $\pm$ 3,40
	isane	märgisega	5	94,40 $\pm$ 5,98	50,02 $\pm$ 3,15	32,08 $\pm$ 5,95
	isane	märgiseta	5	96,40 $\pm$ 3,05	50,21 $\pm$ 1,42	32,80 $\pm$ 3,14
Sump 3	emane	märgisega	5	106,80 $\pm$ 7,16	53,63 $\pm$ 3,86	42,20 $\pm$ 8,63
	emane	märgiseta	5	101,40 $\pm$ 4,04	51,52 $\pm$ 1,63	34,57 $\pm$ 4,04
	isane	märgisega	5	101,80 $\pm$ 2,49	53,21 $\pm$ 1,63	40,18 $\pm$ 3,82
	isane	märgiseta	5	102,40 $\pm$ 4,56	54,20 $\pm$ 2,60	42,86 $\pm$ 4,53



Joonis 7. Katsesumbad vähikasvanduses. *Fotod: A. Kikas*

Igasse sumpa paigutati 10 emast ja 10 isast jõevähki, neist 5 emast ja 5 isast märgistati ja 5 emast ja 5 isast jäeti kontrollrühma. Kinnised sumbad paigutati 1 680 m² suurusesse tiiki, mida kontrolliti regulaarselt. Vähke söödeti peamiselt mahenisuga kuni söötmisperioodi lõpuni ning alustati söötmisega taas kevadel, kui veetemperatuur oli tõusnud üle 10 °C (aprilli lõpus).

Märgistamiskatse lõpus (03.05.2017) registreeriti kõik elusad ja surnud vähid ning kõik PIT märgisega vähid jäeti suveperioodiks 2017 edasi kahte eraldi sumpa (ühes 15 emast ja teises 15 isast vähki), et hinnata PIT märgistamise mõju vähi kasvule ehk kestumisele. Kõik märgisega vähid markeeriti valge markeriga, et kestunud vähk oleks selgelt teistest eristatav (valge markeriga märgis kaob kestudes).

Töö tulemustes on vähkide mõõtmed esitatud märgistamiskatse alguses registreeritud mõõtudega, kuna emaste vähkide all olnud mari mõjutas vähkide kaalu ja tegelikkuses kestumisi kogu katseperioodi vältel ei toimunud, sest sel perioodil vähk ei kasvanud.

2.3. Märgistamiskatse läbiviimine EMÜ VLI vesiviljeluse osakonna basseinides

02.09.2016 toodi TP Invest OÜ vähikasvandusest 70 vähki (juhuks, kui aklimatiseerumise perioodil peaks mõni surema, oleks vajalik katsepartii olemas), kes paigutati aklimatiseerumise perioodiks (12 päeva) kolme 1 m³ suurusesse basseini, mis olid varustatud JBL CristalProfit GL e1501 filtritega ning 540 l/h 8W Resun aeraatoriga (joonis 8). Basseinid olid varustatud plastiktorudest tehtud varjepaikadega arvestusega kolm varjepaika ühe vähi kohta.

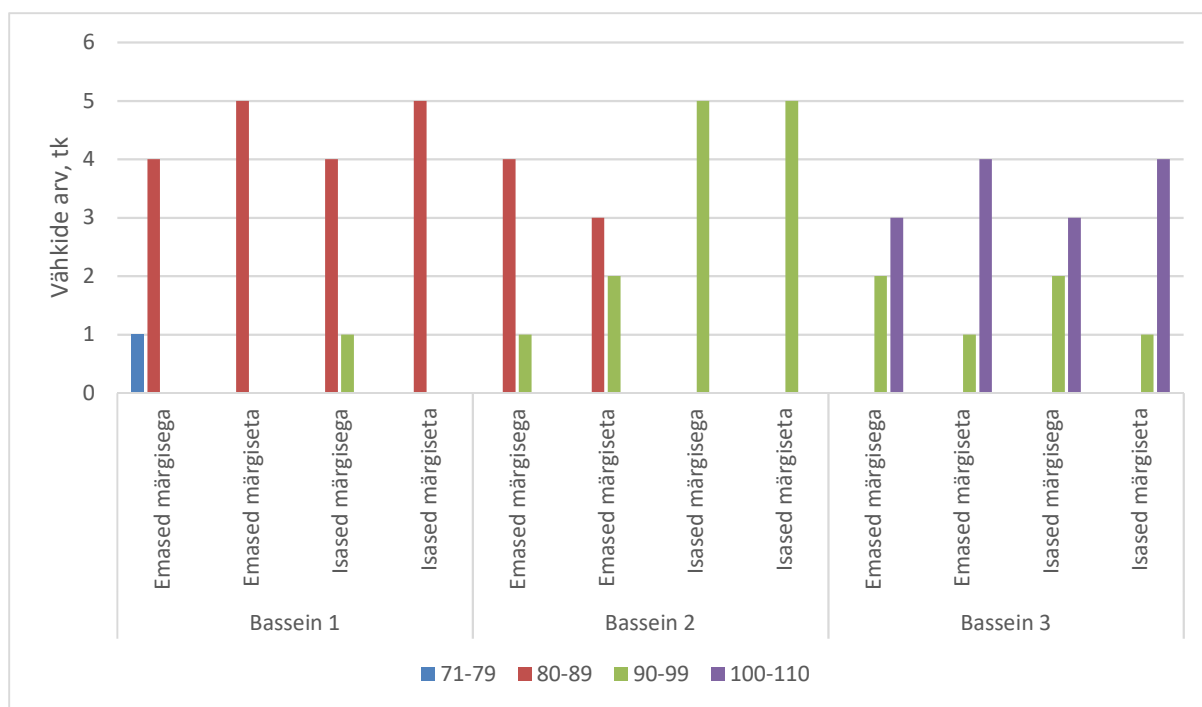
Märgistamiskatse viidi läbi samas kohas ja samades tingimustes, kus toimus vähkide aklimatiseerumine.



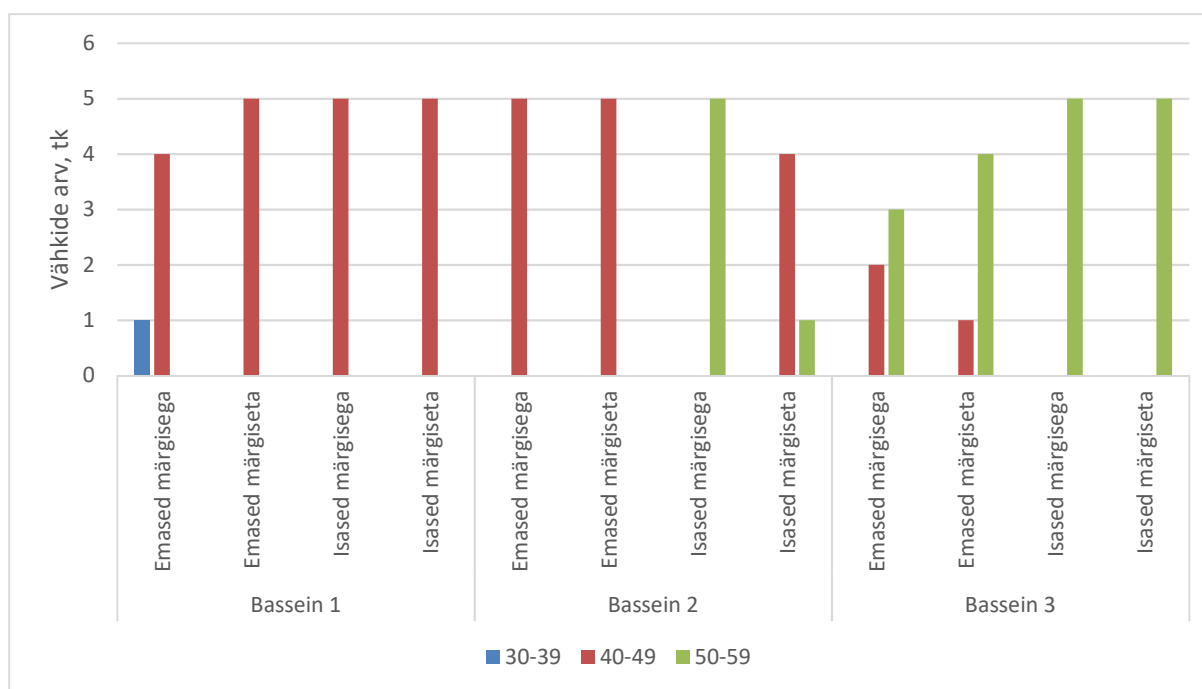
Joonis 8. Katsebasseinid ja varjepaigad EMÜ VLI vesiviljeluse laboris. *Fotod: K. Kaldre*

Märgistamiskatse viidi läbi ajavahemikul 14.09.2016 – 04.05.2017 (232 päeva). Katse alguses valiti välja puuduvate ja taastuvate jäsemeteta ning haigustunnusteta vähid ($n=60$), määrati sugu, jaotati visuaalselt kolme pikkusrühma, seejärel mõõdeti vähkidel täispikkused (TP) (joonis 3 ja 11, tabel 2) ja seljakilbi pikkused (SP) (joonis 3 ja 12, tabel 2) ning kaaluti (joonis 3 ja 13 tabel 2). Vähid paigutati kolme basseini, igasse 10 emast ja 10 isast jõevähki, neist 5 emast ja 5 isast märgistati ja 5 emast ja 5 isast jäeti kontrollrühma.

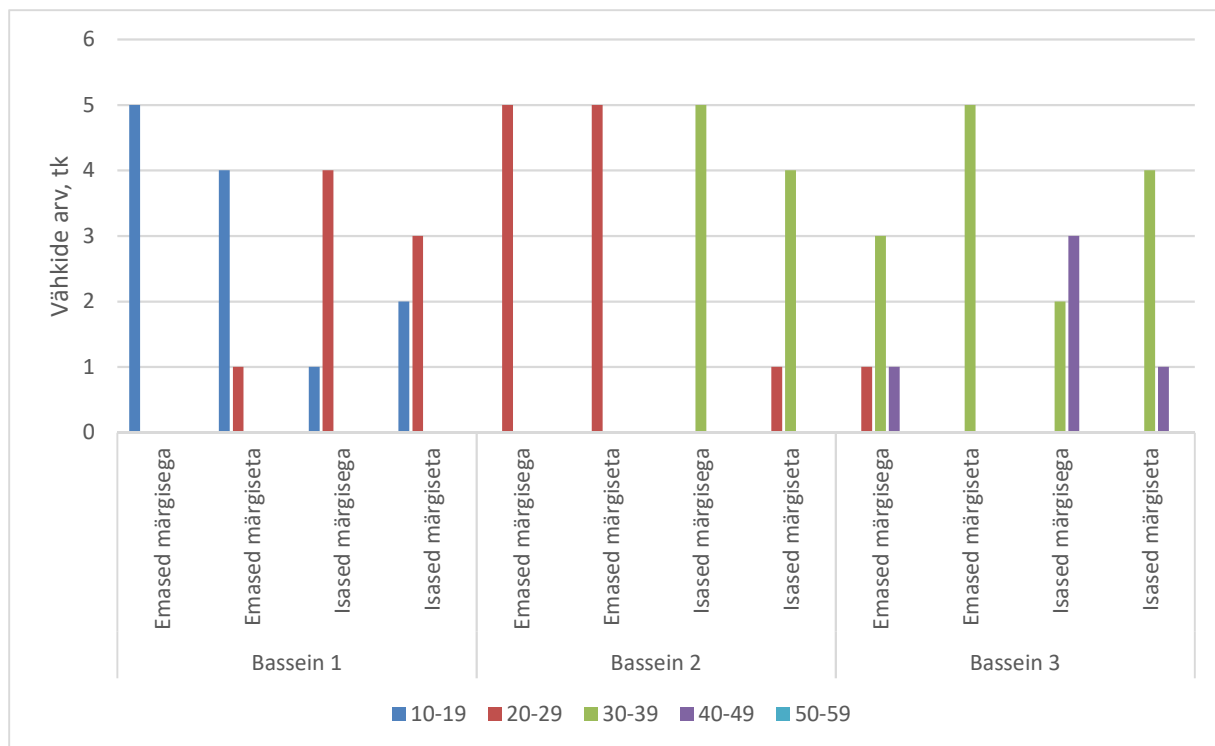
Esimeses basseinis oli kõige rohkem väiksemaid vähke, teises keskmiseid ja kolmandas kõige suuremaid vähke (joonis 11, 12 ja 13, tabel 2).



Joonis 11. Katsebasseinides olnud emaste ja isaste, märgisega ja märgiseta vähkide täispikkus pikkusrühmade kaupa



Joonis 12. Katsebasseinides olnud emaste ja isaste, märgisega ja märgiseta vähkide seljakilbi pikkus pikkusrühmade kaupa.



Joonis 13. Katsebasseinides olnud emaste ja isaste, märgisega ja märgiseta vähkide kaal kaalurühmade kaupa.

Tabel 2. Basseinides olnud emaste ja isaste, märgisega ja märgiseta vähkide keskmine pikkus (TP ja SP) ja kaal ± standardhälve (SD) katserühmade kaupa

Katse-basseinid	Sugu	Märgisega/märgiseta	Vähkide arv	TP ± SD, mm	SP ± SD, mm	Kaal ± SD, g
Bassein 1	emane	märgisega	5	81,60 ± 2,19	40,51 ± 0,65	16,85 ± 1,42
	emane	märgiseta	5	84,20 ± 2,17	42,20 ± 1,30	18,96 ± 1,82
	isane	märgisega	5	87,20 ± 3,11	46,11 ± 1,65	24,51 ± 3,42
	isane	märgiseta	5	83,20 ± 2,59	43,03 ± 1,42	20,67 ± 1,99
Bassein 2	emane	märgisega	5	88,20 ± 2,17	44,24 ± 1,34	21,71 ± 0,92
	emane	märgiseta	5	89,20 ± 2,95	45,39 ± 2,04	23,22 ± 1,94
	isane	märgisega	5	96,40 ± 1,14	51,02 ± 0,64	34,10 ± 1,36
	isane	märgiseta	5	94,60 ± 1,82	49,51 ± 0,78	30,56 ± 1,14
Bassein 3	emane	märgisega	5	100,60 ± 5,22	50,60 ± 2,42	33,77 ± 6,63
	emane	märgiseta	5	100,20 ± 1,10	51,34 ± 1,38	34,64 ± 2,18
	isane	märgisega	5	100,80 ± 2,95	52,74 ± 2,17	40,46 ± 3,53
	isane	märgiseta	5	100,60 ± 1,52	52,91 ± 0,66	38,39 ± 2,13

Vähke söödeti karpkala söödaga kolm korda nädalas. Enne igat söötmiskorda basseinide põhjad puhastati. Katse jooksul kontrolliti basseine regulaarselt, mõõdeti veetemperatuuri ja hapnikusisaldust ning eemaldati surnud vähid, mis säilitati 96%-s piiritses. Basseinide veetemperatuur kogu katseperioodi vältel oli vahemikus 19,4 – 20,8 °C ja hapnikusisaldus 8 – 9 mg/l. Kuna veetemperatuuri ei õnnestunud vaatamata radiaatorite isoleerimisele alandada, ei muudetud ka valgusrežiimi, mis oli katseperioodi vältel 12 h pime ja 12 h valge.

Märgistamiskatse lõpus (04.05.2017) registreeriti kõik elusad vähid ja paigutati tagasi katsebasseinidesse. Neid kasutatakse edaspidi õppetöö läbiviimise eesmärgil.

Töö tulemustes on vähkide mõõtmised esitatud märgistamiskatse alguses registreeritud mõõtetudega, kuna tegelikkuses sel perioodil vähid ei kasvanud ja kestumisi kogu katseperioodi vältel ei toimunud.

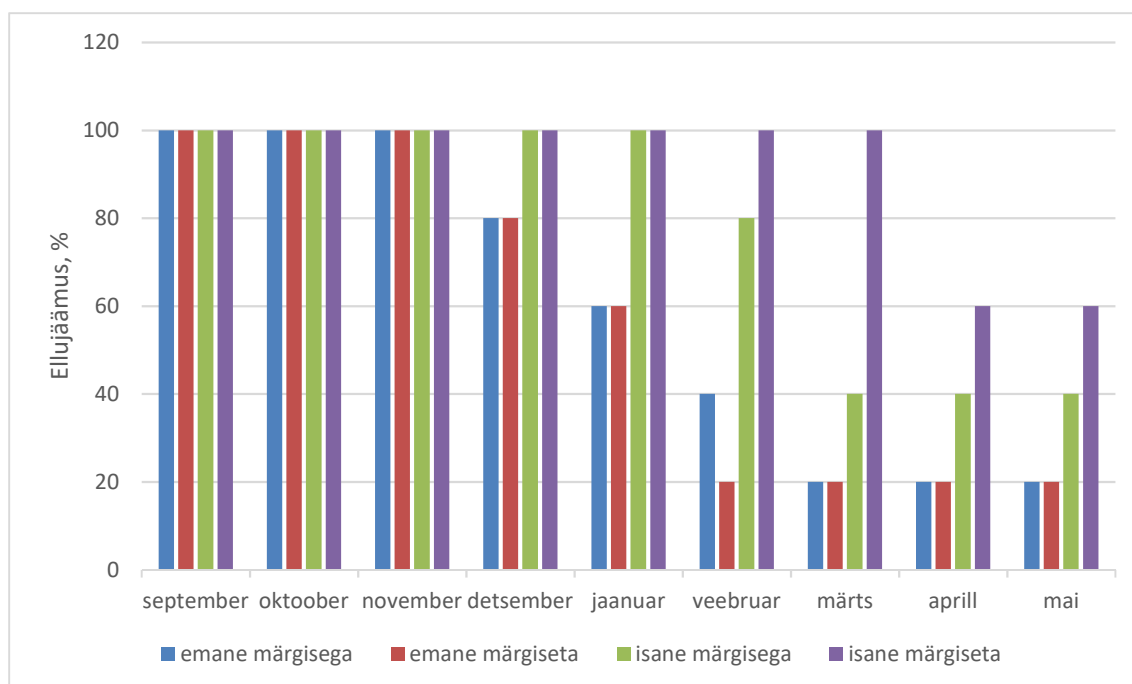
3. TULEMUSED

3.1. Märgistamise mõju vähkide ellujäämusele vähikasvanduse sumpades

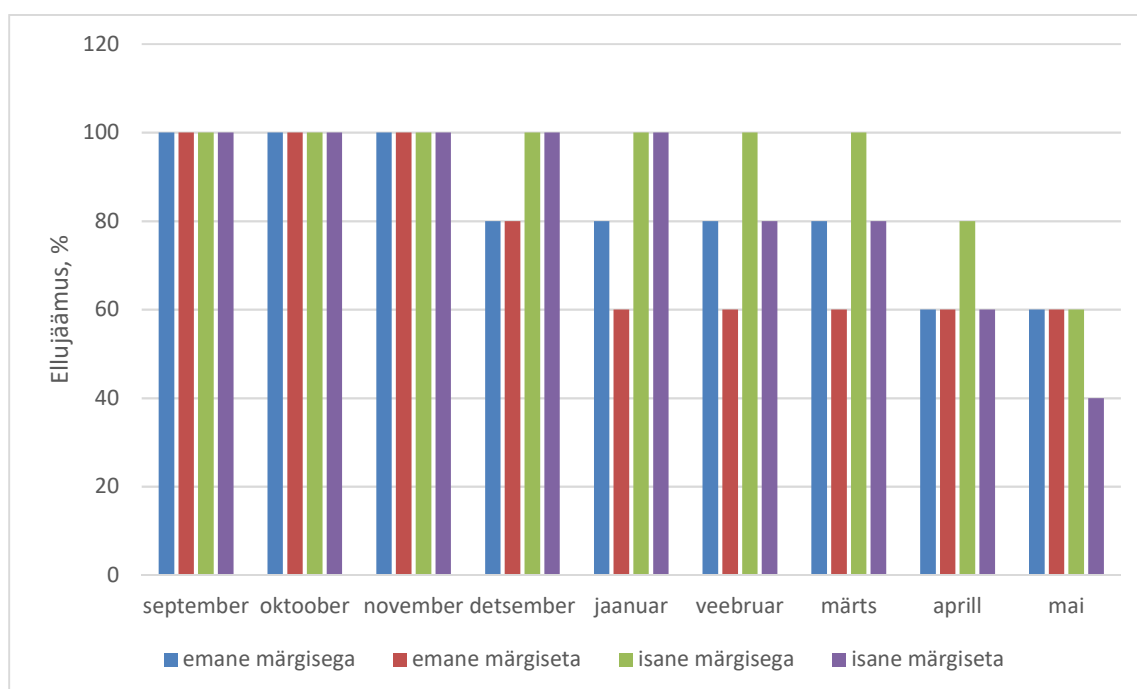
Vähikasvanduse sumbakatse vähkidest suri katse jooksul vaid üks emane märgiseta jõevähk kolmandas katsesumbas (ellujäämus 95%). Esimese ja teise katsesumba vähkide ellujäämus oli 100%, mis näitab, et märgistamine oli edukas ega mõjuta 75-117 mm pikkuste jõevähkide ellujäämust talvitumise perioodil. Vajalik on edasine uuring PIT märgise mõjust vähi kasvule, et näha, kas märgis mõjutab vähkide kestumist ja säilib pärast kestumist laka lihases. Lisaks ilmnes, et kõikide emaste vähkide mari oli talveperioodil hukkunud (oranži värvusega), samal ajal aga tiigi teistes sumpades (ei olnud tsinkvõrguga lisaks kaetud), kus hoiti suguvähke, oli mari 80% ulatuses terve, mis viitab tsiingi negatiivsele mõjule ja vajab edasist uurimist.

3.2. Märgistamise mõju vähkide ellujäämusele EMÜ VLI vesiviljeluse osakonna basseinides

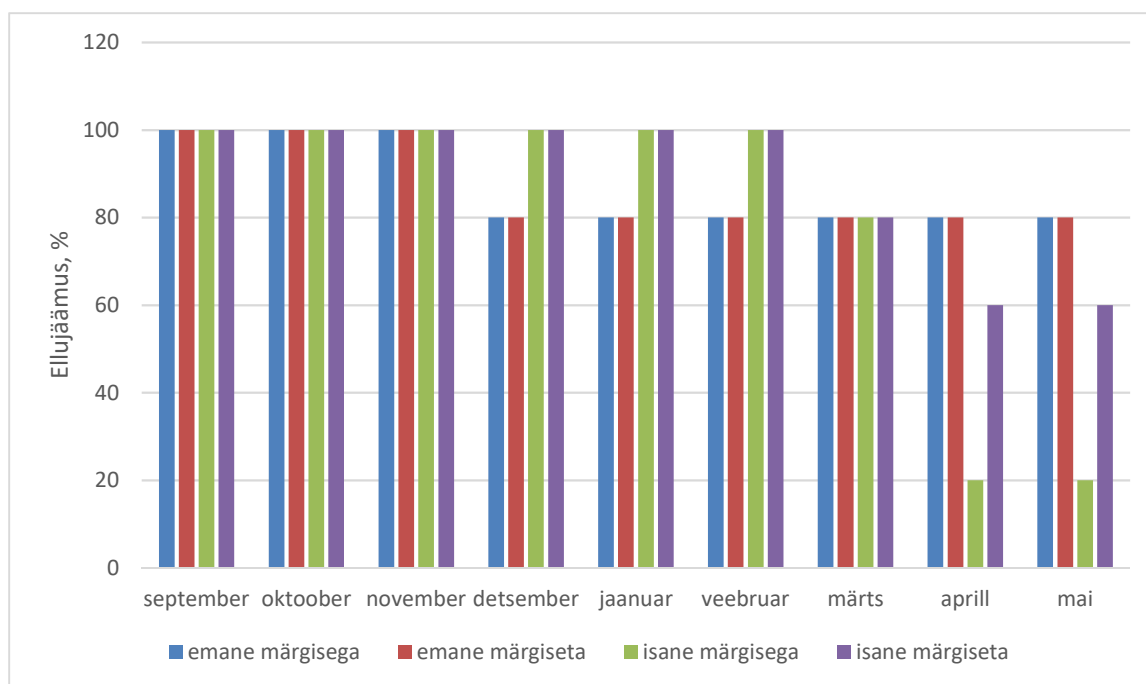
30-st märgistatud vähist suri katseperioodi vältel 16 vähki (53,3%). Kuna ka märgistamata 30-st vähist suri katse jooksul 14 vähki (47%), ei saa suremise põhjuseks pidada märgistamist, vaid vähkide pidamistingimusi. Vaatamata radiaatorite isoleerimisele ei suudetud ruumi ja veetemperatuuri alandada, et tagada vähkidele bioloogiline elurütm (veetemperatuuri alandamine talveperioodiks) ning vähid surid stressi tõttu mõlemas, nii katse- kui kontrollgrupis. Joonistel 14, 15 ja 16 on toodud vähkide ellujäämused kuude lõikes katsebasseinide kaupa. Joonistel on näha, et suremust ei registreeritud üheski katsebasseinis esimese kolme kuu jooksul. Detsembrist alates hakkasid surema emased vähid nii katse- kui kontrollgrupis ning paar kuud hiljem ka isased vähid. Katse- ja kontrollgruppide vahel olulist erinevust ei olnud. Suremus oli suurem väiksemate vähkide seas (suremus 1. basseinis 65%, 2. basseinis 45%, 3. basseinis 40%), mis näitab, et väiksemad vähid on stressialtimald. Väiksematest vähkidest oli emaste vähkide suremus 30% kõrgem isaste omast, suurematel vähkidel oli sooline erinevus suremuse osas väiksem.



Joonis 14. Vähkide ellujäämus kuude lõikes 1. katsebasseinis.



Joonis 15. Vähkide ellujäämus kuude lõikes 2. katsebasseinis.



Joonis 16. Vähkide ellujäämus kuude lõikes 3. katsebasseinis

JÄRELDUSED JA ETTEPANEKUD

Käesoleva uuringu eesmärgiks oli hinnata PIT märgiste kasutamise võimalusi ja nende mõju jõevähkide ellujäämusele nii kasvanduse kui kunstlikes tingimustes. Uuringu tulemusena saab öelda, et PIT märgistamine ei mõjuta 75-117 mm pikkuste jõevähkide ellujäämist talvitumise perioodil kasvanduse tingimustes. Tiikides märgistatud vähkide seas suuremust ei olnud, kuid püsiva temperatuuri ja valgustusega labori basseinides esines märgistatud ja kontrollgrupis (vastavalt 53,3% ja 47%) mõlemas suur talvine suuremus, mis oli tingitud vähkidele vajamineva diapausi puudumisest, mitte märgistamisest. Seega saab PIT märgistamise meetodit soovitada ja rakendada edaspidistes jõevähkidega läbiviidavates teadusuuringutes, kus on vaja vähke individuaalselt märgistada. Kunstlikes tingimustes vähkide pidamiseks talveperioodil on vaja tagada vähkidele alla 5 °C temperatuur ning muuta valgusrežiim vastavaks sel ajal looduses olevaga, et tagada vähkide ellujäämus katseperioodi vältel.

Vajalik on edasine uuring PIT märgise mõjust vähi kasvule, et näha, kas märgis mõjutab vähkide kestumist ja säilib pärast kestumist laka lihases. Uuringu tulemustest ilmnes ka vajadus uurida tsingi mõju vähkide viljakusele, et hinnata selle materjali kasutamise sobivust vähikasvanduses.

KASUTATUD KIRJANDUS

Black, R. T., Herleth-King, S. S., Hayden, T. 2010. Efficacy of Internal PIT Tagging of Small-Bodied Crayfish for Ecological Study. *Southeastern Naturalist* 9: 257-266.

Bubb, H. D., Lucas, C. M., Thom, J. T. 2002. Winter movements and activity of signal crayfish (*Pacifastacus leniusculus*) in an upland river, determined by radio telemetry. *Hydrobiologia* 483 (1-3): 111-119.

Burič, M., Kozak, P., Vich, P. 2008. Evaluation of different marking methods for spiny-cheek crayfish (*Orconectes limosus*). *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems* 389 (2): 8.

Hill, S. M., Zydlewski, B. G., Zydlewski, D. J., Gasvoda, M. J. 2006. Development and evaluation of portable PIT tag detection units: PIT packs. *Fisheries Research* 77 (1): 102-109.

Mekk, K. 2014. PIT märgise mõju jõevähi (*Astacus astacus* L.) ellujäävusele. Eesti Maaülikool, Veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut. (Magistritöö)

Westhoff, T. J., Sievert, A. N. 2013. Mortality and Growth of Crayfish Internally Tagged with PIT Tags. *North American Journal of Fisheries Management* 33 (5): 878-881.

Wiles, P. R., Guan, R. Z. 1993. Studies on a new method for permanently tagging crayfish with microchip implants. *Freshwater Crayfish* 9: 419-425.