

Kaisa Lampinen

7 – NIMISEN JOEN
TAAJAMAVALUMA-ALUEET JA
NIIDEN AIHEUTTAMA
KUORMITUS

Opinnäytetyö
Ympäristötekniikan koulutusohjelma


Elokuu 2013




MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU

Mikkeli University of Applied Sciences

KUVAILULEHTI

 MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkeli University of Applied Sciences		Opinnäytetyön päivämäärä 15.8.2013
Tekijä(t) Kaisa Lampinen	Koulutusohjelma ja suuntautuminen Ympäristötekniikan koulutusohjelma	
Nimeke 7-nimisen joen taajamavaluma-alueet ja niiden aiheuttama kuormitus		
Tiivistelmä <p>Hulevesillä tarkoitetaan sade- ja sulamisvesiä, jotka keräävät mukaansa ravinteita ja muita epäpuhtauksia maan pinnalta, rakennusten katoilta ja muilta vastaavilta pinnoilta. Viime vuosina lisääntyneiden rankkasateiden aiheuttamat kaupunkitulvat eri puolilla Suomea ovat lisänneet keskustelua hulevesien hallinnan merkityksestä sekä yhteisten kansallisten periaatteiden määrittämisestä hulevesien osalta.</p> <p>Opinnäytetyössä selvitettiin hulevesien aiheuttamaa kuormitusta Mikkelin 7-nimiselle joelle. Selvitetiin kuinka suuri osuus kuormituksesta on peräisin tutkimusalueen ulkopuolisilta valuma-alueilta ja vastaavasti kuinka suuri osuus on taajamavaluma-alueilta lähtöisin. Työssä myös paikannettiin tarkemmin hulevesikuormituksen lähteitä näytteenoton ja olemassa olevan tiedon avulla. Kuormituslähteiden arviointiin käytettiin myös karttatietoa ja omia havaintoja.</p> <p>Saaduista tuloksista saatiin selville, että taajamavaluma-alueilta tuleva kuormitus on huomattavasti suurempi verrattuna tutkimusalueen ulkopuolisilta valuma-alueilta tulevaan kuormitukseen. Selvisi myös, että suurin taajamavaluma-alueilta tuleva fosforikuorma on lähtöisin Rantakylän alueelta.</p> <p>Hulevesien laatu vaihtelee sää- ja valuntaolojen mukaan, minkä vuoksi laajamittaisempi näytteenotto antaisi tarkemman kuvan hulevesien laadusta. Jotta ravinteiden määrästä saataisiin tarkkoja tuloksia, tulisi näytteenotopisteissä olla jatkuva näytteenotto koko lumien sulamisjakson tai vastaavasti sateen ajan. Lisäksi näytteenoton olisi hyvä jatkua useamman vuoden ajan esimerkiksi keväällä lumien sulamisen aikaan sekä kesällä sateiden aikaan.</p>		
Asiasanat (avainsanat) Hulevesi, taajamahydrologia, 7-niminen joki		
Sivumäärä 36 s. + liitteet 4 s.	Kieli Suomi	URN
Huomautus (huomautukset liitteistä)		
Ohjaavan opettajan nimi Arto Sormunen	Opinnäytetyön toimeksiantaja Mikkelin seudun ympäristöpalvelut	

DESCRIPTION

 <p>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkeli University of Applied Sciences</p>		Date of the bachelor's thesis 15.8.2013
Author(s) Kaisa Lampinen	Degree programme and option Enviromental engineering	
Name of the bachelor's thesis Urban catchment basin areas and the load caused by them on the River Seven.		
Abstract <p>Stormwater consists of rain and meltwater that gathers nutrients and other contaminants from different sources such as from the ground, from rooftops and from other similar surfaces. Debate on the importance of stormwater management, as well as on the common national principles concerning stormwater, has increased in recent years, due to floods caused by increased heavy rainfall in different parts of Finland.</p> <p>The purpose of this thesis is to determine the load caused by stromwater on Mikkeli's river Seven. In this investigation the aim was to find out how much of the load is coming from catchment basins outside of the study area and correspondingly the portion coming from urban catchment areas. Also, another aim was to identify more specifically the sources of stormwater load with sampling and pre-existing information. Map data and empirical evidence was also used for the evaluation of load sources.</p> <p>The results show that the load from urban catchment basins is much higher when compared to the loads from catchment basins outside of the study area. Another discovery is that the largest phosphorus load from urban catchment basins is coming from the Rantakyläs area.</p> <p>Stormwater quality varies with weather and flowing conditions, which means that more extensive sampling would provide a more accurate picture of the quality of stormwater. In order to obtain accurate results of the different amounts of nutrients, continuous sampling at the sampling points would be needed during the whole snowmelting period or respectively during rainy periods. In addition, it would be good if sampling could continue for several years, for example in the spring when the snow melts and in the summer during rainfalls.</p>		
Subject headings, (keywords) Stormwater, hydrology of urban area, River Seven		
Pages 36 pages + appendix 4 pages	Language Finnish	URN
Remarks, notes on appendices		
Tutor Arto Sormunen	Bachelor's thesis assigned by Mikkelin seudun ympäristöpalvelut	

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	1
2	TAAJAMAHYDROLOGIA	2
2.1	Rakennetun ympäristön vaikutus hydrologiaan.....	2
2.2	Rankkasateet ja taajamatulvat.....	2
3	HULEVEDET JA NIIDEN HALLINTAMENETELMÄT	4
3.1	Hulevesien laatu.....	4
3.2	Hulevesien vaikutukset	5
3.2.1	Vesistövaikutukset	5
3.2.2	Pohjavesivaikutukset.....	6
3.3	Hulevesien hallintajärjestelmät.....	7
3.3.1	Hulevesien vähentäminen	8
3.3.2	Hulevesien viivyttäminen	9
3.3.3	Hulevesien käsittely	9
3.3.4	Hulevesien johtaminen.....	10
4	TUTKIMUSALUEEN KUVAUS	10
4.1	Tutkimusalueen ulkopuoliset valuma-alueet	11
4.1.1	Vuolinkojärvet ja Alainen.....	11
4.1.2	Tarsalanjärvi, Saarijärvi, Hietajärvi ja Särkijärvi	12
4.1.3	Suojalampi	13
4.2	7 – niminen joki	14
4.2.1	Naistinki.....	14
4.2.2	Pankalampi.....	15
4.2.3	Hanhilampi.....	15
4.2.4	Rouhialanlampi	15
4.2.5	Likolampi.....	16
4.2.6	Laihalampi	17
5	MENETELMÄT	17
5.1	Näytteenotto.....	18
5.2	Liunneen hapen määrittäminen –jodometrinen menetelmä	20
5.3	Kemiallisen hapen kulutuksen (COD _{Mn}) määrittäminen	21
5.4	Kokonaisfosforin määrittäminen.....	22
5.5	Sameuden, sähkönjohtavuuden ja pH:n määrittäminen	23

6	TULOKSET JA TULOSTEN TULKINTA.....	23
6.1	Kuormituspisteiden arviointi olemassa olevan tiedon perusteella.....	23
6.2	Tutkimusalueen ulkopuolisten valuma-alueiden tuoma kuormitus.....	25
6.3	Taajamavaluma-alueiden kuormitus.....	25
6.3.1	Naistinki.....	25
6.3.2	Pankalampi.....	27
6.3.3	Hanhilampi.....	27
6.3.4	Laihalampi	27
6.3.5	Likolampi.....	28
6.4	Vesinäytteiden tulokset.....	29
7	TULOSTEN TARKASTELU	31
8	JOHTOPÄÄTÖKSET.....	32

LIITTEET

1 Kartta näytepisteiden sijainnista (Yksisivuinen liite)

2 Seitsennimisen joen tutkimusohjelma (Monisivuinen liite)

1 JOHDANTO

Hulevesillä tarkoitetaan sade- ja sulamisvesiä, jotka keräävät mukaansa ravinteita ja muita epäpuhtauksia maan pinnalta, rakennusten katoilta ja muilta vastaavilta pinnoilta. Hulevesiin kuuluvat myös rakennusten kuivatusvedet. (Suomen ympäristökeskus 2012.) Viime vuosina lisääntyneiden rankkasateiden aiheuttamat kaupunkitulvat eri puolilla Suomea ovat lisänneet keskustelua hulevesien hallinnan merkityksestä sekä yhteisten kansallisten periaatteiden määrittämisestä hulevesien osalta (Kuntaliitto 2012, 5-6).

Ensisijaista hulevesien hallinnassa on niiden muodostumisen estäminen syntypaikalla. Hulevesiä pääsee syntymään sitä vähemmän mitä enemmän alueella on läpäisevää pintamateriaalia tai kasvillisuutta, joiden kautta hulevedet pääsevät imeytymään tai haihtumaan. Muita hulevesien hallinnan yleisiä periaatteita ovat hulevesien käsittely ja hyödyntäminen, johtaminen suodattavalla ja hidastavalla järjestelmällä, johtaminen hidastus- ja viivytyalueille sekä lopulta purkuvesiin tai pois alueelta. (Kuntaliitto 2012, 20.)

Vesistöihin johdettaville hulevesille ei ole ollut erityisiä laatuvaatimuksia, vaan tavoitteena on ollut varmistaa putkistojen ja avouomien riittävä kapasiteetti (Jormola 2009). Yleisimpiä hulevesien sisältämiä haitta-aineita ovat kiintoaine, metallit, ravinteet, kloridi sekä öljyt ja rasvat ja muut orgaaniset yhdisteet, esimerkiksi PAH – yhdisteet ja torjunta-aineet. Lisäksi hulevesistä on tavattu korkeitakin määriä suolistoperäisiä bakteereja. Kiintoainetta pidetään yhtenä tärkeimpänä huleveden laatua kuvaavana tekijänä, sillä huleveden laadusta saadaan melko hyvä kuva kiintoaineen kulkeutumista ja määrää seuraamalla. Kiintoaineeseen on usein sitoutuneena myös muita haitta-aineita, kuten fosforia ja metalleja. (Kuntaliitto 2012, 124.)

Hulevesien sisältämät haitta-aineet ja muut epäpuhtaudet ovat peräisin muun muassa liikenteen pakokaasuista, ajoneuvojen ja kattojen korroosiosta, asfaltin kulumisesta, teollisuusalueilta ja huoltoasemilta, vuotavista viemäreistä ja jätteiden käsittelystä, eläinten ulosteista, erilaisten kemikaalien käytöstä sekä kaukokulkemasta (Kettunen). Merkittävimpiä hulevesien kuormittajana keskusta-alueilla pidetään liikennettä (Tornivaara-Ruikka 2006, 13).

Opinnäytetyössä selvitettiin hulevesien aiheuttamaa kuormitusta Mikkelin 7-nimiselle joelle. Selvitetiin kuinka suuri osuus kuormituksesta on peräisin tutkimusalueen ulkopuolisilta valuma-alueilta ja vastaavasti kuinka suuri osuus on taajamavaluma-alueilta lähtöisin. Työssä myös paikannettiin tarkemmin hulevesikuormituksen lähteitä näytteenoton ja olemassa olevan tiedon avulla. Kuormituslähteiden arviointiin käytettiin myös karttatietoa ja omia havaintoja. Lisäksi laadittiin tutkimusohjelma 7-nimisen joen tilan sekä hulevesien laadun tarkkailemiseksi (liite 2).

2 TAAJAMAHYDROLOGIA

2.1 Rakennetun ympäristön vaikutus hydrologiaan

Veden kiertokulku jaetaan tavallisesti neljään osaan, jotka ovat sadanta, valunta, haihdunta ja imeytyminen maaperään. Luonnollisessa kiertokulussa suuri osa sadannasta suotautuu maaperään pohjavedeksi ja virtaa vesistöihin ja meriin. Osa etenee pintavaluntana jokiin ja järviin ja niistä edelleen meriin, joista osa vedestä haihtuu takaisin ilmakehään. (Kuntaliitto 2012, 18.) Veden varastoituminen maastossa ja maaperässä sekä pohjaveden muodostuminen ovat merkittäviä alueellisia pinta- ja pohjavesitasapainon säätelijöitä (Tornivaara-Ruikka 2006, 10).

Kaupunkirakentaminen muuttaa veden luonnollista kiertokulua ja voi aiheuttaa hydrologisia ongelmia. Kaupungistuminen lisää läpäisemättömien pintojen osuutta, mikä vuorostaan lisää pintavalunnan määrää ja nopeuttaa vesien virtausta. (Jormola ym. 2003, 140.) Lisäksi sadanta on taajamissa runsaampaa luonnontilaiseen verrattuna ja haihdunta vastaavasti luonnontilaista pienempää (Kuntaliitto 2012, 18) sekä myös ajalliset vaihtelut ovat voimakkaampia kuin luonnontilaisilla alueilla (Jormola ym. 2003,140).

Suomalaisista noin 80 % asuu kaupungeissa ja kaupungistuminen jatkuu edelleen, mikä tarkoittaa päällystettyjen alueiden ja pintavalunnan määrän lisääntymistä tulevaisuudessakin (Aaltonen ym. 2008, 7).

2.2 Rankkasateet ja taajamatulvat

Rankkasateet aiheuttavat ajoittain tulvia taajama-alueille, sillä taajamien hulevesijärjestelmiä ei ole mitoitettu rankimpien sateiden varalle (Aaltonen ym. 2008, 8). Taajamatulvan syntyyn ja siitä aiheutuvien vahinkojen suuruuteen vaikuttavat muun muassa läpäisemättömien pintojen määrä, täydennysrakentamisesta aiheutuva lisäkuormitus hulevesijärjestelmälle, riittämätön hulevesijärjestelmän kapasiteetti, puutteellinen kunnossapito ja ilmastonmuutos (Kuntaliitto 2012,18). Taajamatulvia esiintyy joka vuosi jossain päin Suomea, mikä on saanut kunnat suunnittelemaan uudelleen ja kehittämään hulevesijärjestelmiään. Esimerkiksi Porin sateet vuonna 2007 ovat yksi viimeisimmistä poikkeuksellisen rankoista sateista, jotka aiheuttivat kaiken kaikkiaan noin 20 miljoonan euron vahinkokustannukset. (Aaltonen ym. 2008.) Sulamisvedet sen sijaan aiheuttivat poikkeuksellisen voimakkaita tulvia Pohjanmaalla keväällä 2013 (Rytkönen 2013). Tällaisten tapausten vuoksi Suomen ympäristökeskus, Ilmatieteenlaitos ja Teknillinen korkeakoulu toteuttivat vuosina 2000–2005 hankkeen, jonka tavoitteena oli päivittää tiedot rankkasateiden määrästä ja toistuvuudesta sekä arviot ilmastonmuutoksen vaikutuksista sateisiin (Aaltonen ym. 2008).

Rankkasateet voivat lisäksi aiheuttaa käsittelemättömän jäteveden pääsyn suoraan vesistöön. Näin voi käydä, kun puhdistamojen tai pumppaamojen kapasiteetti ylittyy hulevesien vaikutuksesta. Riski on suurempi sekaviemäröidyillä alueilla, joissa hulevedet ja jätevedet johdetaan samoissa putkistoissa. Hulevedet voivat aiheuttaa jätevesipäästöjä myös erillisviiemäröidyillä alueilla esimerkiksi vuotavien jätevesiputkien tai kaivon kansien välityksellä, jolloin järjestelmän kapasiteetti voi ylittyä. (Jormola 2009.)

On oletettavaa, että hulevesien määrä lisääntyy ja tulvariskin mahdollisuus kasvaa tulevaisuudessakin. Tähän uskotaan olevan syynä etenkin rakentamisesta aiheutuvat valuntaolojen muutokset, mutta myös ilmastonmuutoksesta aiheutuvat muutokset eri vuodenaikojen sääolosuhteissa. (Kuntaliitto 2012, 19.) Sateet tulevat runsastumaan enemmän talvikaudella kesäkauteen verrattuna, mutta rankkasateita ei kuitenkaan tule esiintymään talvella niin usein kuin kesällä. Rankimmat sateet tulevat voimistumaan kesäaikana enemmän kuin keskimääräiset sateet, mikä osaltaan vaikuttaa taajamatulvien riskin lisääntymiseen. (Aaltonen ym. 2008, 7.)

Taajamatulviin varautuminen on ongelmallista, sillä rankkasade voi osua minne vain ja milloin vain. Tavallisesti pahimmat taajamatulvat esiintyvät kuitenkin heinä-elokuussa. Jo rakennetuilla alueilla tällaisiin tulviin varautuminen ja niiden synnyn ehkäisy on haastavaa, sillä sadevesiviemäreitä on harvoin mahdollista vaihtaa suurempiin johtuen tilan puutteesta. Tällä hetkellä tehokkain keino tulvien ehkäisyyn lienee nykyisten sadevesiviemäreiden ja tulvauomien kunnossapito. (Aaltonen ym. 2008, 8.)

3 HULEVEDET JA NIIDEN HALLINTAMENETELMÄT

Alueen maankäyttö vaikuttaa merkittävästi hulevesien sisältämiin epäpuhtauksiin ja haitta-aineisiin. Esimerkiksi asuinalueiden hulevedet sisältävät tavallisesti paljon bakteereja ja ravinteita, kun taas teollisuus- ja liikennealueilla vedet sisältävät enemmän metalleja. Monet maankäyttömuodot ja toiminnot edellyttävät erityistarkastelua. Tällaisia kohteita ovat esimerkiksi tiealueet, rakennustyömaat, huoltoasemat, golfkentät ja lentokentät. Maankäytön lisäksi hulevesien määrään ja laatuun vaikuttavat monet muutkin tekijät, kuten sademäärä ja sateen intensiteetti, vuodenaika, valuma-alueen ominaisuudet sekä valuntaa edeltävän kuivan kauden pituus. (Kuntaliitto 2012, 127 - 128.) Etenkin talvikauden vaikutus huleveden laatuun on merkittävä, sillä huomattava osa hulevesien vuotuisesta ainehuuhtoumasta aiheutuu lumen sulamisvesistä. Lisäksi talviset olosuhteet lisäävät hulevesien kuormitusta teiden suolauksen ja nastarenkaiden tienpinnan kulutuksen välityksellä. (Jormola ym. 2003, 142 ja 147.)

3.1 Hulevesien laatu

Vesistöihin johdettaville hulevesille ei ole ollut erityisiä laatuvaatimuksia, vaan tavoitteena on ollut varmistaa putkistojen ja avouomien riittävä kapasiteetti (Jormola 2009). Yleisimpiä hulevesien sisältämiä haitta-aineita ovat kiintoaine, metallit, ravinteet, kloridi sekä öljyt ja rasvat ja muut orgaaniset yhdisteet, esimerkiksi PAH – yhdisteet ja torjunta-aineet. Lisäksi hulevesistä on tavattu korkeitakin määriä suolistoperäisiä bakteereja. Kiintoainetta pidetään yhtenä tärkeimpänä huleveden laatua kuvaavana tekijänä, sillä huleveden laadusta saadaan melko hyvä kuva kiintoaineen kulkeutumista ja määrää seuraamalla. Kiintoaineeseen on usein

sitoutuneena myös muita haitta-aineita, kuten fosforia ja metalleja. (Kuntaliitto 2012, 124.)

Hulevesien sisältämät haitta-aineet ja muut epäpuhtaudet ovat peräisin muun muassa liikenteen pakokaasuista, ajoneuvojen ja kattojen korroosiosta, asfaltin kulumisesta, teollisuusalueilta ja huoltoasemilta, vuotavista viemäreistä ja jätteiden käsittelystä, eläinten ulosteista, erilaisten kemikaalien käytöstä sekä kaukokulkemasta (Kettunen). Hulevesien laatu vaihtelee eri aluetyypeittäin (taulukko 1). Merkittävimpänä hulevesien kuormittajana keskusta-alueilla pidetään liikennettä (Tornivaara-Ruikka 2006, 13).

TAULUKKO 1. Hulevesien laatu aluetyypeittäin (Teiska 1997).

Laatuparametri	Yksikkö	Asuinalueet	Keskusta -alueet	Liikennealueet	Teollisuusalueet
Kiintoaine	mg/l	90–200	200–250	250–350	300–500
COD _{Cr}	mgO ₂ /l	80–120	120–150	150–200	100–120
Kokonaisfosfori	µg/l	200–300	300–400	300–400	400–500
Kokonaistyyppi	µg/l	1300–1900	1500– 2200	1500–2500	1500–2200

3.2 Hulevesien vaikutukset

Hulevesien vaikutukset vastaanottaviin vesistöihin voivat olla akuutteja tai kroonisia vaikutuksia. Akuutit vaikutukset ovat lyhytkestoisia, mutta usein myös helpommin havaittavissa kroonisiin vaikutuksiin verrattuna. Krooniset vaikutukset aiheutuvat pitkällä aikavälillä tapahtuvasta kuormituksesta, jolloin ne ovat voineet edetä jo pitkällekin, ennen kuin mahdolliset haittavaikutukset huomataan. Hulevesistä aiheutuvia kroonisia vaikutuksia ovat esimerkiksi rehevöityminen tai haitta-aineiden kertyminen pohjasedimenttiin. Kroonisten vaikutusten tyypillisiä kohteita ovat lammet ja pienet järvet, kun taas akuutteja vaikutuksia havaitaan useimmin puroissa ja joissa. (Kuntaliitto 2012, 133.)

3.2.1 Vesistövaikutukset

Vesistöt hyväksytään Suomessa hulevesien vastaanottopaikoiksi ja tavallisesti rakennettujen alueiden läheisyydessä tai keskellä sijaitsevat purot ja joet toimivat hulevesien purku- ja poisjohtamiskanavana (Tornivaara-Ruikka 2006, 11). Hulevesien mukana kulkeutuva kiintoaine, ravinteet sekä muut haitta-aineet voivat olla haitaksi matalien ja herkkien lampien, pienten järvien sekä järvenlahtien veden laadulle. Laadullisten vaikutusten lisäksi hulevedet muuttavat valunnan määriä ja virtaamia, mistä voi seurata laadullisia muutoksia vastaanottavassa vesistössä. (Kuntaliitto 2012, 134.)

Kiintoaine samentaa vesistöjä ja voi kertyä purojen ja rantavesien pohjalle. Hulevesien sisältämät ravinteet puolestaan edistävät leväkukintojen muodostumista sekä rehevöitymistä (taulukko 2). Kesällä lämpimiltä tienpinnoilta johdetut vedet voivat nostaa etenkin purovesistöjen lämpötilaa. (Kuntaliitto 2012,134.) Talvikauden tiesuolaukset sulamisvesien yhteydessä lisäävät merkittävästi kaupunkipurojen suolapitoisuutta. Tiesuolan on lisäksi havaittu lisäävän raskasmetallien liukenemistä, mikä lisää hulevesistä aiheutuvaa riskiä vesieliöstölle. (Jormola ym. 2003, 147 - 148.) Rankkasateilla ja tulva-aikoina hulevesiä voi päätyä myös jätevesiviemäriin, jolloin pumppaamoiden ja puhdistamoiden kapasiteetti voi ylittyä ja viemäriä päätyä vesistöihin (Kuntaliitto 2012, 134).

TAULUKKO 2. Vesistön rehevyytason arviointi kokonaisfosfori- ja klorofylli-a-pitoisuuden perusteella (Oravainen 2009).

Rehevyyssluokitus	Fosfori (µg/l)	Klorofylli-a (µg/l)
Karu	<10	<4
Lievästi rehevä	10 – 20	4 – 10
Rehevä	20 – 50	10 – 20
Erittäin rehevä	50 – 100	20 – 50
Ylirehevä	>100	>50

3.2.2 Pohjavesivaikutukset

Läpäisemättömien pintojen suuri määrä taajama-alueilla lisää tavallisesti pintavaluntaa, mutta toisaalta vähentää imeytymistä maaperään ja siitä edelleen pohjaveteen. Näin ollen päällystetyt pinnat ja vesien johtaminen pois pohjavesialueelta vähentävät muodostuvan pohjaveden määrää. (Jormola ym. 2003,

144.) Hulevesien aiheuttamat pohjavesivaikutukset eivät aiheudu ainoastaan hulevesien sisältämistä aineista vaan myös niistä, jotka hulevedet saavat liikkeelle maaperästä sen läpi suotautuessaan. Maaperästä liikkeelle lähtevät aineet voivat olla luonnollista alkuperää tai ihmisen toiminnasta peräisin olevia haitta-aineita. (Kuntaliitto 2012, 136.)

Suomessa on pohjavedestä todettu jo markkinoilta ja käytöstä poistettuja torjunta-aineita ja niiden hajoamistuotteita (Kuntaliitto 2012, 136). Osa torjunta-aineista sekä niiden hajoamistuotteista ovat maassa helposti kulkeutuvia, minkä vuoksi niiden käyttö veden hankinnan kannalta tärkeillä tai vedenhankintaan soveltuvilla (luokat I ja II) pohjavesialueilla on kielletty (Turvallisuus ja kemikaalivirasto 2012). Turvallisuus ja kemikaalivirasto (TUKES) pitää yllä kasvinsuojeluinerekisteriä, johon listattu sekä pohjavesialueilla sallitut että kielletyt torjunta-aineet.

Liukkaudentorjuntaan käytetty tiesuola on vesistöjen lisäksi uhka myös pohjavesille, sillä se on vesiliukoinen eikä maaperä pysty sitä pidättämään. Tiesuolauksessa perinteisesti käytetylle natriumkloridille on jo olemassa korvaavia vaihtoehtoja. (Kuntaliitto 2012, 136.)

3.3 Hulevesien hallintajärjestelmät

Hulevesien hallinnalla tarkoitetaan sellaisia toimenpiteitä, jotka liittyvät hulevesien kertymiseen, johtamiseen sekä käsittelyyn. Hyvä hulevesien hallinta edellyttää laaja-alaisempaa tarkastelua, joka voi ulottua aina valuma-aluealähtöiseen tarkasteluun asti. Toimenpiteiden hulevesien määrän minimoimiseksi sekä laadun varmistamiseksi tulisi ulottua hulevesien syntypaikalta lopullisiin purkupisteisiin saakka. Hulevesien hallinnan kannalta ensisijaisen tärkeää olisi kuitenkin keskittyä toimenpiteisiin hulevesien syntypaikalla, jolloin ehkäistään hulevesien muodostumista sekä niihin liittyvää laatuhahtaa. (Kuntaliitto 2012, 141.)

Hulevedet on tavallisesti koottu ojilla sekä sadevesiviemäreillä ja johdettu mahdollisimman nopeasti ja tehokkaasti lähimpään purkuvesistöön rakennusten suojaamiseksi liialliselta kosteudelta. Luonnon kannalta kestävämpi ratkaisu olisi keskittyä hulevesien määrän vähentämiseen sekä niiden laatuun. Hulevesien hallintakeinoja ovat esimerkiksi läpäisemättömien pintojen minimoiminen,

imeyttäminen maaperään, epäpuhtauksien vähentäminen suodattamalla, laskeuttamalla ja kasvillisuuden avulla sekä pintavalunnan jakaminen pitkälle ajanjaksolle. (Tornivaara-Ruikka 2006, 10.)

3.3.1 Hulevesien vähentäminen

Hulevesien vähentämisellä tarkoitetaan hulevesien muodostumisen ehkäisyä sekä muodostuneen huleveden määrään pienentämistä. Hulevesien vähentäminen on erityisen tärkeä osa hulevesien hallintaa, sillä vain sillä tavoin hydrologista kiertoa saadaan palautettua lähemmäs rakentamista edeltänyttä tilannetta. Hulevesien kokonaismäärää voidaan vähentää ehkäisemällä hulevesien muodostumista, imeyttämällä muodostuneita hulevesiä tai haihduttamalla niitä kasvillisuuden avulla. Hulevesien vähentämisessä erityisen tärkeää on hyvä suunnittelu, joka tähtää laajemman mittakaavan toimintatapoihin sekä ohjeistukseen. Tässä maankäytön suunnittelu sekä kaavoitusvaihe ovat avainasemassa, sillä hulevesien hallinta olisi tärkeää suunnitella ja ratkaista jo näissä vaiheissa. (Kuntaliitto 2012, 142.)

Muodostuneen huleveden vähentämisessä tärkeimmässä roolissa on kasvillisuus, jonka hyödyt perustuvat kasvillisuuden kykyyn pidättää ja hyödyntää vettä. Näiden vaikutuksesta myös haihdunnan määrä kasvaa. Kasvien pinnoille pidättynyt vesi haihtuu ilmakehään, jolloin maan pinnalle päätyvän veden määrä vähenee. Kasvillisuudella onkin keskeinen rooli useimmissa luonnonmukaisissa hulevesien hallintajärjestelmissä. (Kuntaliitto 2012, 142.)

Imeyttäminen sekä läpäisevät päällysteet vähentävät huleveden kokonaismäärää. Läpäisevät päällysteet ehkäisevät huleveden muodostamista ja imeyttäminen vähentää muodostuneen huleveden määrää. Sekä läpäisevät päällysteet että imeyttäminen ehkäisevät rakentamisesta aiheutuvaa pohjaveden pinnan alenemista. Läpäisevien päällysteiden käytössä ja muussakin imeytyksessä tulee huomioida hulevesien laatu, sillä niistä voi aiheutua riskiä esimerkiksi pohjaveden pilaantumiselle. Imetyksessä hulevesien laatu paranee veden suotautuessa maakerrosten läpi, mutta läpäisevillä päällysteillä ei ole todettu olevan vastaavanlaista puhdistavaa vaikutusta. Läpäisevät päällysteet soveltuvat erityisesti alueille, joilla tieliikenne on vähäistä. (Kuntaliitto 2012, 144.)

3.3.2 Hulevesien viivyttäminen

Huleveden viivyttämisellä tarkoitetaan menetelmiä ja rakenteita, joilla hidastetaan hulevesien virtaamia sekä lisätään niiden viipymää. Lisäksi myös hulevesien laatua saadaan parannettua, sillä kiintoaine ja siihen sitoutuneet epäpuhtaudet pääsevät laskeutumaan viivytyksrakennelmien pohjalle. (Ahponen 2003, 55.) Viivytyksmenetelmät voidaan jollain tasolla luokitella kosteikkoihin, lammikoihin, painanteisiin sekä rakennettuihin altaisiin ja kaivantoihin (Kuntaliitto 2012, 173).

Hulevesien viivytyksmenetelmät soveltuvat lähes kaikentyyppisille alueille. Viivytykspainanteet soveltuvat erityisesti asuinalueille, joilla ne soveltuvat myös kiinteistökohtaiseen käyttöön. Kosteikot ja lammikot toimivat laajempien valuma-alueiden hulevesien hallintaan ja ne on useimmiten helpointa sijoittaa jo olemassa olevien virkistysalueiden yhteyteen. Rakennettuja altaita käytetään useimmiten kaupunkimaisissa kohteissa, sillä ne toimivat samalla maisemaelementteinä. Maan alle sijoitettavat säiliöt ja kaivannot soveltuvat sen sijaan erityisesti tiheään rakennetuille alueille, joissa ei ole tilaa maanpäällisille viivytyksrakennelmille. (Kuntaliitto 2012, 173.)

3.3.3 Hulevesien käsittely

Hulevesien käsittelyllä tarkoitetaan useimmiten hulevesien laadun parantamista eli epäpuhtauksien vähentämistä tai poistamista hulevedestä. Myös laadullisessa hallinnassa pitäisi lähtökohtana olla ongelmien ennaltaehkäisy, jolloin pyritään vähentämään päästölähteitä sekä ennaltaehkäisemään päästöjä. Esimerkiksi epäpuhtauksien vähentäminen etenkin vettä läpäisemättömiltä pinnoilta on tällaista ennaltaehkäisevää toimintaa. Hiekoitushiekkojen ja roskien harjaaminen kaduilta sekä katujen peseminen vähentävät hulevesien mukana huuhtoutuvien epäpuhtauksien ja kiintoaineen määrää. Muodostuneen huleveden laatua parantavan käsittelyn tavoitteena on erottaa hulevedestä sen kuljettamia aineita kuten kiintoainetta tai öljyä. Tällaisia käsittelymenetelmiä ovat esimerkiksi suodatus ja öljynerotus. (Kuntaliitto 2012, 183 - 184.)

Suodatuksessa hulevesi johdetaan väliaineen läpi. Väliaineen tarkoituksena on pidättää hulevedestä epäpuhtauksia. Suodatuksella saadaan parannettua hulevesien

laatua, mutta sillä ei voida vaikuttaa hulevesien kokonaismäärään eikä juurikaan virtaamiin. Suodatusmenetelmät soveltuvat myös pohjavesialueille, sillä vesiä ei johdeta maaperään. (Kuntaliitto 2012, 184.)

Öljynerottimet ovat tavallisesti umpinaisia säiliöitä, joiden läpi hulevedet johdetaan. Säiliössä öljy nousee veden pinnalle, koska sen tiheys on veden tiheyttä pienempi. Säiliöt on useimmiten upotettu maahan, jolloin niihin on helppo johtaa hulevesiä esimerkiksi katualueilta. Öljynerottimet soveltuvat esikäsittelymenetelmäksi erityisesti hyvin likaisille tiealueiden hulevesille. (Ahponen 2005, 75.)

3.3.4 Hulevesien johtaminen

Hulevesien johtamisella tarkoitetaan rakenteita, joilla hulevesiä johdetaan pois tonteilta ja liikennealueilta vastaanottavaan vesistöön. Johtamismenetelmät jaetaan pinta- ja putkijärjestelmiin. Pintamenetelmiä hulevesien johtamisessa ovat avo-ojat, purot, viherpainanteet, kourut, kanavat sekä muut avouomavirtaukseen perustuvat menetelmät. Putkijärjestelmiä ovat perinteiset hulevesiviemärit ja salaojat. (Kuntaliitto 2012, 157.)

Pintajohtamismenetelmillä hulevesiä saadaan johdettua siten, että viipymä kasvaa, jolloin epäpuhtaudet pääsevät laskeutumaan rakenteiden pohjalle. Virtausnopeuden ollessa riittävän pieni rakenteiden sisältämä kasvillisuus suodattaa hulevedestä kiintoainetta ja epäpuhtauksia, jolloin osa vedestä imeytyy myös maaperään. (Ahponen 2005, 66.) Pintajohtamismenetelmät soveltuvat erityisesti väljään rakennetuille alueille, mutta myös suhteellisen tiiviiseen rakennetuille alueille yksittäisten kiinteistöjen ja tonttien käyttöön. Hulevesien johtamisessa hyväksi havaittu tapa on niin sanottu avoin kuivatusjärjestelmä, jolloin saadaan hallittua sekä hulevesien kokonaismäärää että laadullisia tekijöitä. Avoin kuivatusjärjestelmä muodostuu painanteista, avo-ojista sekä joltain osin rummuista ja viemäriosuksista. (Kuntaliitto 2012, 157.)

4 TUTKIMUSALUEEN KUVAUS

Tutkimusalueena oli Mikkelin keskusta-alueen läpi kulkeva 7-niminen joki sekä sen taajamavaluma-alueet. 7-niminen joki saa nimensä siitä, että välillä Naistinki-satama on seitsemän eri joen nimeä. Nimet vaihtelevat hieman eri lähteiden perusteella, mutta niin sanottuja virallisia nimiä (kartoissa käytettyjä) ovat Siekkilän-, Panka-, Hanhisekä Emolanjoki. Edellä mainittujen jokien lisäksi tässä työssä tarkasteltavia lampia ovat Naistinki, Pankalampi, Hanhilampi, Laihalampi, Likolampi sekä Rouhialanlampi.

Tässä työssä varsinaisen tutkimusalueen lisäksi tarkastellaan myös tutkimusalueen ulkopuolisia vesistöjä, joista päätyy vesiä ja kuormitusta 7-nimiseen jokeen ja sen varrella oleviin lampiin. Nämä vesistöt kuuluvat Emolanjoen valuma-alueeseen.

4.1 Tutkimusalueen ulkopuoliset valuma-alueet

Emolanjoen valuma-alueeseen kuuluvat Iso-Vuolinko, Pieni-Vuolinko, Alainen, Paloinlampi, Keskilampi, Karkialampi, Tarsalanjärvi, Saarijärvi., Hietajärvi, Särkijärvi, Suojalampi, Haukilampi, Tattalanlampi, Säkkilampi, Oulanki ja Naaranki. Näitä kaikkia Emolanjoen valuma-alueeseen kuuluvia vesistöjä laskuojineen ei kuitenkaan tarkastella tässä työssä, vaan keskitytään vesistöihin, joilla on suurin merkitys 7-nimisen joen veden laatuun. Näihin tarkasteltaviin vesistöihin kuuluvat Vuolinkojärvet, Alainen, Tarsalanjärvi, Saarijärvi, Hietajärvi, Särkijärvi ja Suojalampi sekä näiden laskuojista Heilajoki ja Sirkkapuro.

4.1.1 Vuolinkojärvet ja Alainen

Iso-Vuolinko, Pieni-Vuolinko ja Alainen sijaitsevat Mikkelin kaupungin alueella ja kuuluvat Emolanjoen valuma-alueeseen. Osa Iso-Vuolingon vesistä laskee Pienisalmen kautta Pieni-Vuolinkoon, joka laskee Alaiseen. Osa Iso-Vuolingon vesistä laskee Isosalmen kautta suoraan Alaiseen. Alainen sen sijaan laskee Heilajoen kautta Naistinkiin, joka laskee edelleen Siekkilänjokeen.

Iso-Vuolinko on pinta-alaltaan noin 165 ha kokoinen järvi, joka on kirkasvetinen ja tyypiltään keskiumuksinen. Järvessä on vallinnut hyvä happitilanne, mutta rehevyystasoltaan se on hieman rehevä. Virkistyskäytöllisesti ja yleisien käyttökelpoisuuden perusteella Iso-Vuolinko kuuluu luokkaan hyvä. (Valtion ympäristöhallinto 2011a.)

Pieni-Vuolinko on pinta-alaltaan 55 ha ja se on kirkasvetinen ja väriltään hieman rusehtava. Rehevyysluokitukseltaan järvi kuuluu luokkaan lievästi rehevä. Virkistyskäytöllisesti ja yleisen käyttökelpoisuuden perusteella Pieni-Vuolinko on luokitukseltaan hyvä. Luokitus on tehty syvänteistä (12 m ja 5 m) tehtyjen tutkimusten perusteella, eikä siinä tällöin ole huomioitu rantavesien mahdollista rehevyyttä. (Valtion ympäristöhallinto 2011b.) Pieni-Vuolingossa on silloin tällöin havaittu voimakasta happivajetta, joka on saanut aikaan sisäisen kuormituksen nousun, jolloin pohjasedimentistä on liennut alusveteen ravinteita ja metalleja. Pieni-Vuolinko saa lisävesiä pienien purojen välityksellä Haukilammesta ja Kaislajärvestä. Pieni-Vuolinko laskee Alaiseen Isosalmen kautta ja on Pienisalmen välityksellä yhteydessä myös Iso-Vuolinkoon. (Mikkelin seudun ympäristöpalvelut 2007.)

Alainen on vesipinta-alaltaan noin 14,5 ha. Alaisesta ei ole saatavilla kovinkaan ajantasaista tutkimusaineistoa, sillä viimeisimmät mittaustulokset ovat 1990 -luvulta. Näiden tulosten perusteella Alainen on lievästi rehevä ja hieman ruskeavetinen. Happpitilanne järvessä on ollut hyvällä tasolla. Ei ole oletettavaa, että järven tila olisi merkittävästi muuttunut, sillä järven laskuojasta, Heilajoesta on saatavilla ajantasaisempaa tietoa. Heilajoki on fosforin osalta lievästi rehevä ja väriltään lievästi ruskea. Happpitilanne on ollut joessa hyvä. (Oiva -ympäristö- ja paikkatietopalvelu.)

4.1.2 Tarsalanjärvi, Saarijärvi, Hietajärvi ja Särkijärvi

Tarsalanjärvi, Saarijärvi, Hietajärvi ja Särkijärvi sijaitsevat Mikkelin alueella ja kuuluvat Emolanjoen valuma-alueeseen. Tarsalanjärvi sijaitsee näistä järvistä pohjoisimpana. Tarsalanjärvi sekä Hietajärvi laskevat Saarijärveen, joka puolestaan laskee Särkijärven kautta Sirkkapuroon. Sirkkapuron valuma-alue on noin 115 km² ja se laskee lopulta Hanhijokeen ja sitä kautta lopulta Satamanlahteen. Happpitoisuus Sirkkapurossa on ollut hyvä ja rehevyystasoltaan se kuuluu luokkaan lievästi rehevä. (Oiva -ympäristö- ja paikkatietopalvelu.)

Tarsalanjärvi on vesipinta-alaltaan noin 61 ha. Järven vesi on sameaa sekä väriltään voimakkaan ruskeaa ja tyypiltään runsashumuksinen. Hapettomuutta järvessä ei ole havaittu, mutta rehevyysluokitukseltaan järvi on tasoa rehevä. Fosforipitoisuudet ovat vaihdelleet välillä 15–25 µg/l ja klorofylli-a – pitoisuudet välillä 14–17 µg/l.

Virkistyskäytöllisesti ja yleisien käyttökelpoisuuden perusteella Tarsalanjärvi kuuluu luokkaan tyydyttävä. (Valtion ympäristöhallinto 2011c.)

Saarijärvi on pinta-alaltaan noin 60 ha ja se on ajoittain melko sameavetinen. Väriltään vesi on voimakkaan ruskeaa ja järvi on tyypiltään runsashumuksinen. Järven happitilanne on pysytellyt melko hyvänä. Rehevyyssuokitukseltaan Saarijärvi kuuluu luokkaan rehevä. Fosforin osalta pitoisuudet ovat pintaosissa vaihdelleet välillä 12–18 µg/l ja pohjaosissa välillä 17–22 µg/l. Klorofylli -a -pitoisuudet ovat sen sijaan vaihdelleet välillä 8–37 µg/l. Virkistyskäytöltään ja yleiseltä käyttökelpoisuudeltaan järvi on luokkaa tyydyttävä. (Valtion ympäristöhallinto 2011, d.)

Hietajärvi on melko kirkasvetinen pintakerroksissa, mutta pohjaa lähestyttäessä vesi samenee. Vesipinta-alaltaan järvi on noin 63 ha ja tyypiltään keskiumuksinen. Happitilanne on ollut järvessä hyvä. Väriltään vesi on ruskeaa ja rehevyyssuokitukseltaan järvi kuuluu luokkaan lievästi rehevä. Fosforipitoisuudet ovat vaihdelleet välillä 12–18 µg/l ja klorofylli -a -pitoisuudet välillä 7–7,5 µg/l. Virkistyskäytöltään ja yleiseltä käyttökelpoisuudeltaan Hietajärvi on tasoltaan hyvä. (Valtion ympäristöhallinto 2011, e.)

Särkijärvi on vesipinta-alaltaan noin 20 ha. Järvi on ruskeavetinen ja pintakerroksissa lievästi samea, mutta samenee pohjaa lähestyttäessä. Särkijärvi on tyypiltään runsashumuksinen. Happitilanne on ollut pintaosissa hyvä, mutta viimeisimpien mittausten mukaan elokuussa 2008 pohjaosien hapenkyllästysaste oli vain 4–7 %. Rehevyytasoltaan järvi kuuluu luokkaan rehevä. Fosforipitoisuuden osalta tilanne on ollut melko hyvä, mutta viimeisimpien mittausten perusteella klorofylli -a -pitoisuudet ovat vaihdelleet erittäin rehevän ja ylirehevän välillä (22–55 µg/l). (Oiva - ympäristö- ja paikkatietopalvelu.)

4.1.3 Suojalampi

Vesipinta-alaltaan noin 40 ha Suojalammen valuma-alueeseen kuuluu pääasiassa metsää, mutta myös suoalueita, asutusta, vähän peltoa sekä tuhkanläjitys- ja maainesottoalueet. Järvi on melko kirkasvetinen sekä vähähumuksinen ja vesi on myös hygieenisesti hyvä laatuista. Suojalammissa on ajoittain havaittu voimakastakin happivajetta, viimeksi vuonna 2002. (Mikkelin seudun ympäristöpalvelut 2012.)

Suojalampi on pitkään ollut rehevyysluokitukseltaan lievästi rehevä, mutta viime vuosina se on ollut lähempänä rehevyysluokkaa karu (Oiva -ympäristö- ja paikkatietopalvelu).

Suojalammen valuma-alueelle on viime vuosina rakennettu paljon uutta vakituista asutusta, mikä on lisännyt Suojalammen hulevesikuormitusta. Hulevesikuormituksen vähentämiseksi järven koillispuolelle on rakennettu kosteikkoalue, jota käytettiin mallialueena kaupungin uutta hulevesiohjelmaa laadittaessa. (Mikkelin seudun ympäristöpalvelut 2012.)

4.2 7 – niminen joki

7- nimisen joki saa alkunsa Mikkelin Rantakylässä sijaitsevasta Naistingista. Naistinki laskee Siekkilänjokeen, joka virtaa Mikkelin lentokentän läheisyydestä ja golfkentän läpi kohti Siekkilää. Jokeen johdetaan hulevesiä Tuskusta ja Lehmuskylästä. Lisäksi jokeen laskee Lehmuskylässä sijaitsevan Laihalammen vesiä, johon kerätään osa alueen hulevesistä. Lopulta Siekkilänjoki laskee Pankalampeen, josta se jatkuu Pankajokena kohti Hanhilaampea. Hanhilampi laskee Hanhijokeen, joka virtaa Rouhialan läpi, jossa se muuttuu Emolanjoeksi. Emolanjoki kulkee Rokkalan asuinalueen kautta ja päättyy lopulta Saksalan kaupungin osassa sijaitsevaan satamanlahteen.

4.2.1 Naistinki

Naistinki on Mikkelin Rantakylässä sijaitseva 11 hehtaarin kokoinen pieni järvi, jonka lähivaluma-alue on noin 200 ha. Lähivaluma-alueesta noin kolmannes on peltoa ja viidennes rakennettua aluetta. Naistinki on tällä hetkellä ominaispiirteiltään lähinnä kosteikko, lyhytviipymäinen läpivirtausallas, jonka valuma-alue ja kuormitus muodostuvat suurimmaksi osaksi Heilajoen välityksellä Vuolinkojärvien valuma-alueelta (noin 50 km²). (Mikkelin seudun ympäristöpalvelut 2012.)

Naistinki on keskisyvyydeltään hyvin matala, vain 0,5 m ja suurinkin syvyys on vain 0,7 m. Järveä on kunnostettu niittämällä vesikasvillisuutta vuosina 1995, 1996 ja 2000 sekä nostamalla aliveden pinnankorkeutta pohjapadon avulla. Naistinkia kuormittaa Heilajoesta purkautuvan kuormituksen lisäksi ympäröimän asutus- ja katualueiden

hulevedet. Järven yleinen vedenlaatu ja tila määrittyvät pitkälti yläpuolisen valuma-alueen vesistöjen vedenlaadun perusteella. Vedenlaadun seurannassa on todettu säännöllisiä viitteitä ulosteperäiseen kuormitukseen, joka aiheutunee lähivaluma-alueen hajakuormituksesta. (Mikkelin seudun ympäristöpalvelut 2012.)

4.2.2 Pankalampi

Pankalampi on noin 4,3 ha kokoinen lampi, johon laskee sen pohjoisosasta Siekkilänjoki, joka jatkuu lammesta purkautuessaan Pankajokena. Lähivaluma-alue muodostuu pääasiassa asutus- ja katualueista sekä viher- ja hautausmaa-alueista. (Mikkelin seudun ympäristöpalvelut 2009.) Lisäksi lammen läheisyydessä on koirapuisto ja uimaranta.

Pankalampi on vuoden 2009 kesä-elokuussa tehtyjen tutkimusten mukaan fosfori- ja klorofyllipitoisuuksien perusteella hyvin rehevä. Etenkin fosforipitoisuuden osalta kesällä 2009 mitatut pitoisuudet ovat poikkeuksellisen korkeita aikaisempien vuosien arvoihin verrattuna. Vuonna 2009 fosforipitoisuudet olivat keskimäärin 45 µg/l, kun aikaisempina vuosina 2000 -luvulla pitoisuudet ovat olleet keskimäärin 23 µg/l. (Oiva-ympäristö - ja paikkatietopalvelu.)

4.2.3 Hanhilampi

Hanhilampi sijaitsee Kalevankankaalla, jonka monipuolisesta harju- ja jokiluonnosta on rauhoitettu kaiken kaikkiaan noin 30 ha alue. Luonnonsuojelualueeseen sisältyy Pankajoki, Hanhilampi, Hanhijoki reunametsät mukaan lukien sekä osa Tampinjoen etelärannasta. Hanhilampi on maisemallisesti hyvin kaunis, mutta rehevä pieni lampi. Luonnonsuojelualueelta on todettu 18 eri kasvillisuustyyppeä ja noin 350 eri kasvilajia. Hanhilammesta on otettu 2000 -luvulla näytteitä parin vuoden välein, mutta jostain syystä kokonaisfosfori ja a- klorofylli on näytteistä määritetty vain kaksi kertaa vuonna 2004 (Oiva- ympäristö- ja paikkatietopalvelu).

4.2.4 Rouhialanlampi

Rouhialanlampi eli Kovalanlampi on pinta-alaltaan noin 3 ha kokoinen hyvin matala lampi. Lammessa on avovesiaikana runsaasti vesikasvillisuutta ja lampi onkin

kasvamassa pinnanmyötäisesti umpeen. Talviaikaan happitilanne on ollut lammessa erittäin huono, mikä on aiheuttanut sisäistä kuormitusta. Avovesiaikana happitilanne on ollut parempi, mutta myös loppukesällä on ajoittain havaittu voimakastakin happivajausta. (Tikka 2003.) Viimeisimpien mittausten (vuonna 2002) klorofylli -a- ja fosforipitoisuuksien perusteella Rouhialanlampi on rehevä. Kokonaisfosforipitoisuudet olivat keskimäärin 43 µg/l ja klorofylli -a - pitoisuudet 16 µg/l. (Oiva -ympäristö- ja paikkatietopalvelu).

Virkistyskäytöllisesti Rouhialanlammen vedenlaatu on luokkaa tyydyttävä/välttävä. Runsas vesikasvillisuus ja umpeenkasvu käytännössä estävät virkistyskäytön. Nykyisin lammella onkin lähinnä vain linnustollista ja maisemallista arvoa. (Tikka 2003.)

4.2.5 Likolampi

Likolampi on noin 5 ha kokoinen suppalampi, jossa ei ole tulo- eikä lasku-uomia. Lammen arvioidaankin purkautuvan pohjavesivirtauksena pohjoiseen pienen Likolammen suuntaan. Lammen noin 33 ha kokoinen valuma-alue koostuu pääosin asutuksen ja tiepintojen hulevesistä, mutta lampeen tulee vesiä myös pohjavesivaluntana. Hanhikankaan pohjavedenotto säätelee osittain Likolammen vedenkorkeutta. Hanhikankaalle laadittujen pohjaveden virtauskuvien mukaan Likolammen vesi imeytyy etenkin lammen länsirannalta harjuun, jossa se kulkeutuu aina pohjavedenottamolle asti. (Tanskanen 2008.)

Lammen kokonaisfosforipitoisuudet ovat olleet 1990 -luvulta lähtien keskimäärin 57 µg/l ja klorofylli -a- pitoisuudet vastaavasti 33 µg/l (Oiva- ympäristö- ja paikkatietopalvelu). Näin ollen erittäin rehevää lampea on yritetty kunnostaa vuodesta 1991 lähtien muun muassa jatkuvalla hapetuksella ja tehokalastuksella vuosina 1995–1997 (Mikkelin seudun ympäristöpalvelut 2012). Hapetuksen lisäksi viimeisin kunnostustoimenpide on keväällä 2012 toteutettu fosforinsaostus PAX-18 kemikaalia käyttäen. Lammen ravinnetase on kuitenkin fosforin osalta suhteellisen pieni. Vuotuinen ulkoinen kuormitus on 10 kg luokkaa, jonka lisäksi tapahtuu ympärivuotista sisäistä kuormitusta. Sisäisen kuormituksen arvioidaan olevan noin 5–7 kg vuodessa. Tuotantokaudella lammen kasvukerroksen fosforipitoisuudet

vaihtelevat välillä 25–50 µgP/l ja pintaveden klorofylli a -pitoisuudet välillä 20–60 µg/l. (Tanskanen 2008.)

Likolammen veden laatua ja tilaa voidaan kuvata heikoksi, mutta vakaaksi, sillä lammen tuotantotaso on ollut rehevä niin kauan kun siitä on olemassa luotettavia arvioita ja mittaustuloksia. Lammella ei ole varsinaista virkistysarvoa ja nykytilassaan se onkin lähinnä vesielementti kaupunkiympäristössä. Kunnostustoimenpiteiden jatkaminen on kuitenkin tärkeää Hankikankaan pohjavesimuodostuman kannalta, jotta pienennettäisiin vedenhankinnasta vedenlaadulle (rikkivety, rauta ja mahdolliset sinilevätoksiinit) aiheutuvaa mahdollista riskiä. (Tanskanen 2008.)

4.2.6 Laihalampi

Laihalampi on Lehmuskylässä sijaitseva noin 6 ha kokoinen puistolampi, jonka 100 ha lähivaluma-alue muodostuu lähinnä asutus-, liikenne- sekä viheralueista. Laihalampi on erittäin rehevä, umpeenkasvanut lampi, joka toimii valuma-alueen ravinne- ja kiintoainekuorman vastaanottajana eli niin sanotun latvalammen tavoin. Merkittävä osa kuormasta sedimentoituu lammen pohjaan. Lisäksi lampeen johdetaan erillisellä viemäroinnillä lähivaluma-alueen hulevedet. (Tanskanen 2012.)

Laihalampi on tällä hetkellä 0,5–1 metriä syvä, mutta sen vedenpinnan arvioidaan laskeneen alkuperäisestä noin 1,5–2 metriä Lehmuskylän kunnallistekniikan ja asutuksen rakentamisen myötä. Merkittävin syy nykyisiin hajuhaittaongelmiin sekä runsaaseen vesikasvustoon lienee juuri vedenpinnan aleneminen. Etenkin kesäisin ilmenevien hajuhaittaongelmien ja rehevän vesikasvillisuuden vuoksi alueen asukkaat ovat aika-ajoin tehneet aloitteita Laihalammen kunnostamiseksi. (Tanskanen 2012.)

5 MENETELMÄT

Kuormituksen selvittämiseksi ja paikantamiseksi käytettiin olemassa olevaa tutkimustietoa sekä karttatietoa. Olemassa olevan tiedon tueksi otettiin vesinäytteitä kymmenestä pisteestä pitkin 7-nimistä jokea (liite 1). Ennen varsinaista vesinäytteenottoa tehtiin alustava näytteenottokartoitus YSI-sondimittarilla soveltuvien näytekohteiden paikantamiseksi. Lisäksi kuormituksen arvioimisessa

käytettiin Jyväskylän yliopiston ympäristöntutkimuskeskuksen vesistömallijärjestelmän (Vemala) tuottamaa tietoa.

Vesinäytteet analysoitiin Mikkelin ammattikorkeakoulun laboratoriossa. Näytteistä määritettiin liuennut happi titrimetrisellä menetelmällä, kemiallinen hapenkulutus, kokonaisfosfori, sameus, pH sekä sähkönjohtavuus. Analysoinnissa käytettiin SFS:n standardeja sekä vesinäytteiden määrittämiseen tarkoitettuja mittareita.

5.1 Näytteenotto

Oiva-paikkatietopalvelun avulla valittiin näytteenottokohteiksi todennäköisiä kuormituskohteita. Ennen näytteenottoa tehtiin alustava näytteenottokartoitus 4.4.2013 mittaamalla happi, lämpötila ja sähkönjohtavuus YSI-sondimittarilla. Kierroksen tarkoituksena oli paikantaa soveltuvia näytteenottopisteitä varsinaista vesinäytteenottoa varten ja lisäksi saada suuntaa antava kuva keväällä vallitsevasta happitilanteesta tutkimusalueella. Osa kohteista oli pohjaa myöten jäänyt, joten kaikissa kohteissa ei mittausta pystynyt suorittamaan. Toisaalta paikoin joki oli jo osittain sulanut, jolloin happitilanne ei tällaisissa kohteissa oletettavasti ollut enää huonoimmillaan. Sondimittaus oli avuksi kohteiden valitsemisessa, sillä tulosten perusteella oli helpompi karsia ylimääräisiä näytteenottopisteitä.

TAULUKKO 3. Näytteenottokohteet sekä niiden koordinaatit.

Näytteenottopiste	N/lat	E/lon
Naistinki luusua	61.682030	27.201647
Naistinkiin laskeva 022	61.681257	27.191985
Naistinginjokeen oja 319	61.682802	27.213524
Naistinginjoki pellon jälkeen	61.682631	27.213762
Siekkilänjoki 028	61.695833	27.227289
Laihalampi luusua	61.692676	27.238736
Siekkilänjoki ennen Pankalampea	61.694793	27.247766
Hanhijoki 229	61.706851	27.258152
Emolanjoki 046	61.706713	27.264781
Emolanjoki 047	61.704818	27.277696

Näytteenottokohteiksi valikoitui näytepisteitä, joissa on aikaisemminkin ollut näytteenottoa sekä kaksi omavalintaista näytepistettä (taulukko 3). Näytteenoton aikaan lumet olivat lähes kokonaan sulaneet ja joki täysin sula, mutta osa 7-nimisen joen läheisyydessä olevista metsäalueista tulvi sulamisvesistä. Kuvissa 1 ja 2 näkyy

joen tulvimista näytepisteellä Emolanjoki 047. Molemmat näytteenottopäivät olivat sateettomia ja poutaisia, eikä niiden välisenä yönäkään satanut vettä. Ilman lämpötila näytteenottopäivinä oli noin +7 °C.



KUVA 1. Emolanjoki tulvii sulamisvesistä (Lampinen 2013).



KUVA 2. Emolanjoen viereinen metsäalue tulvii vielä sadan metrin päässäkin varsinaisesta joesta (Lampinen 2013).

Vesinäytteenotto suoritettiin kahtena päivänä 22.4.2013 ja 23.4.2013. Näytteitä otettiin kymmenestä pisteestä. Kustakin kohteesta otettiin näytettä kolmeen litran pulloon sekä kolmeen happipulloon titrimetristä hapenmäärittystä varten. Näytteenottopaikat pyrittiin valitsemaan siten, että Naistinki-satamanlahti väliltä saataisiin mahdollisimman kokonaisvaltainen kuva joen tilasta. Näytteenottopäivänä näytteistä määritettiin pH, sähkönjohtokyky sekä sameus. Edellä mainittujen määrittysten jälkeen näytteet kestävästi siten, että niihin lisättiin 1 millilitra rikkihappoa (4 mol/l) 100 millilitraa kohti.

5.2 Liuenneen hapen määrittäminen –jodometrinen menetelmä

Liuenneen hapen määrittäminen suoritettiin standardin SFS-EN 25813 mukaisesti lukuun ottamatta jodin vapauttamista. Standardin mukaan näytteeseen lisätään jodin vapauttamiseksi 1,5 ml rikkihappo- tai fosforihappoliuosta. Edellä mainittu määrä ei kuitenkaan riittänyt liuottamaan kaikkea sakkaa, joten fosforihappoliuosta lisättiin 1,5 millilitran sijaan 3 millilitraa.

Näytteet otettiin kapeasuisiin, tulpallisiin lasipulloihin. Pullot täytettiin siten, että vettä valui reilusti yli, minkä jälkeen niihin lisättiin paikan päällä mangaani(II)sulfaattiliuosta ja jodidiatsidi -reagenssia. Näytepulloja käännettiin useita kertoja, jotta liuennut happi reagoisi kunnolla reagenssien kanssa muodostaen sakan pohjalle. Näytteitä säilytettiin pimeässä ja viileässä neljä päivää.

Näytteisiin lisättiin fosforinhappoa sakan liukenemiseksi. Kaiken sakan liuettua näytteisiin lisättiin tärkkelysliuosta. Näytteitä titrattiin natriumtiosulfaattilioksella niin kauan kunnes sininen väri hävisi ja näyte muuttui kirkkaaksi.

Natriumtiosulfaatin kulutuksen perusteella laskettiin näytteiden liuenneen hapen pitoisuudet kaavan (1) mukaisesti.

$$\frac{M_r V_2 c f_1}{4V_1} \quad (1)$$

jossa

M_r on hapen suhteellinen moolimassa (32)

V₁ on näytteen tai sen määrätyn osan tilavuus

V₂ on pullon sisällön tai sen määrätyn osan titraukseen kuluneen natriumtiosulfaattiliuoksen tilavuus

c on natriumtiosulfaattiliuoksen konsentraatio

$$f_1 = \frac{V_0}{V_0 - V'}$$

jossa

V₀ on pullon tilavuus

V' on mangaani(II)sulfaattiliuoksen ja jodidi-atsidireagenssin tilavuuksien summa

5.3 Kemiallisen hapen kulutuksen (COD_{Mn}) määrittäminen

Kemiallisen hapen kulutuksen määrittäminen suoritettiin standardin SFS 3036 mukaisesti. Näytteistä tehtiin laimennokset 1:2 tai 1:5, minkä jälkeen niitä pipetoitiin koeputkiin. Näytteisiin lisättiin rikkihappoa (4 mol/l) sekä kaliumpermanganaattiliuosta, minkä jälkeen koeputket siirrettiin kiehuvaan veteen, jossa niiden annettiin olla 20 minuuttia. Myös nollanäytteet (tislattu vesi) käsiteltiin samalla tavalla.

Putkien jäähtyttyä huoneenlämpöiseksi lisättiin kaliumjodidiliuos sekä tärkkelysluos. Näytteitä titrattiin natriumtiosulfaattiliuoksella (0,01 mol/l) niin kauan, kunnes sininen väri hävisi ja näytteestä tuli kirkas.

Natiosulfaattiliuoksen kulutuksen perusteella laskettiin COD_{Mn} -arvo kaavan (2) mukaisesti.

$$COD_{Mn} = (V_2 - V_1) * C_1 * 800 * f \quad (2)$$

jossa

V_1 on natriumtiosulfaattiliuoksen kulutus näytteen titrauksessa

V_2 on natriumtiosulfaattiliuoksen kulutus nollanäytteen titrauksessa

c_1 on natriumtiosulfaattiliuoksen konsentraatio

f on laimennuskerroin

5.4 Kokonaisfosforin määrittäminen

Kokonaisfosforin määrittäminen suoritettiin noin viikon kuluttua näytteenotosta kestävyidystä näytteistä standardin SFS 3026 mukaisesti. Määrittämisessä käytettävät välineet esikäsiteltiin standardin mukaisesti. Kokonaisfosforin määrittäminen aloitettiin valmistamalla fosfaatin työliuoksesta kalibrointisuoraa varten liuokset, jotka sisälsivät fosforia 10, 20, 50, 100, 250, 500 ja 750 $\mu\text{g/l}$. Kalibrointisuoran toimivuuden varmistamiseksi valmistettiin vielä kontrolliliuokset fosfaatin tarkistusliuoksesta pitoisuuksilla 10 ja 500 $\mu\text{g/l}$.

Laimentamattomille näytteille suoritettiin peroksidisulfaattihajotus lisäämällä niihin peroksidisulfaattiliuosta. Näytteitä autoklavoitiin 30 minuutin ajan 200 kPa paineessa (120 °C). Nollanäytteenä oli rikkihappoa, joka käsiteltiin näytteen tavoin. Autoklavoinnin jälkeen näytteet jäädytettiin huoneenlämpöiseksi, minkä jälkeen niihin lisättiin askorbiinihappoliuosta ja molybdaattireagenssia. Reagenssilisäysten jälkeen näytteistä mitattiin absorbanssit aallonpituudella 880 nm.

Standardiliuosten absorbanssien perusteella piirrettiin excelillä kalibrointikäyrä, absorbanssi fosforipitoisuuden funktiona. Kalibrointikäyrältä saadun yhtälön avulla laskettiin näytteiden fosforipitoisuudet.

5.5 Sameuden, sähkönjohtavuuden ja pH:n määrittäminen

Näytteiden sähkönjohtavuus, sameus ja pH määritettiin niihin tarkoitetuilla mittareilla. Sähkönjohtavuus määritettiin WTW:n Cond 340i -mittarilla, jossa oli anturina Tetracon 325. Näytteiden sameus määritettiin Oakton Turbimeter T-100 -mittarilla ja pH MeterLab:n PHM210 -mittarilla. Kukin mittari kalibroitiin ennen määrittämistä.

6 TULOKSET JA TULOSTEN TULKINTA

6.1 Kuormituspisteiden arviointi olemassa olevan tiedon perusteella

Olemassa olevan tiedon perusteella taulukkoon 1 on laskettu keskimääräiset pitoisuudet vuosien 1990–2012 mittausten tuloksista (Oiva -ympäristö- ja paikkatietopalvelu). Näytepisteet ovat taulukossa siinä järjestyksessä mihin sijoittuvat 7-nimisessä joessa. Keskiarvot on laskettu näytesyvyydestä 0–1 metriä, mikä vaikuttaa lähinnä Satamanlahden arvoihin alentavasti. Keskimääräisetkin arvot pitkältä aikaväliltä osoittavat, että kaikkien eri komponenttien pitoisuudet nousevat välillä Heilajoki – Satamanlahti.

Kokonaisfosforin osalta pitoisuuksien nousu on voimakasta etenkin 7-nimisen joen alkupäässä (kuva 3), Naistingissa, jonka jälkeen se hidastuu selvästi ja lähtee lopulta laskuun. Kokonaisfosforipitoisuudet kaksinkertaistuvat välillä Heilajoki – Rokkalanjoki (taulukko 4). Kemiallisen hapenkulutuksen ja sähkönjohtavuuden arvot nousevat myös hieman, mutta niiden osalta nousu näyttäisi olevan hieman tasaisempaa kokonaisfosforiin verrattuna (kuva 3).

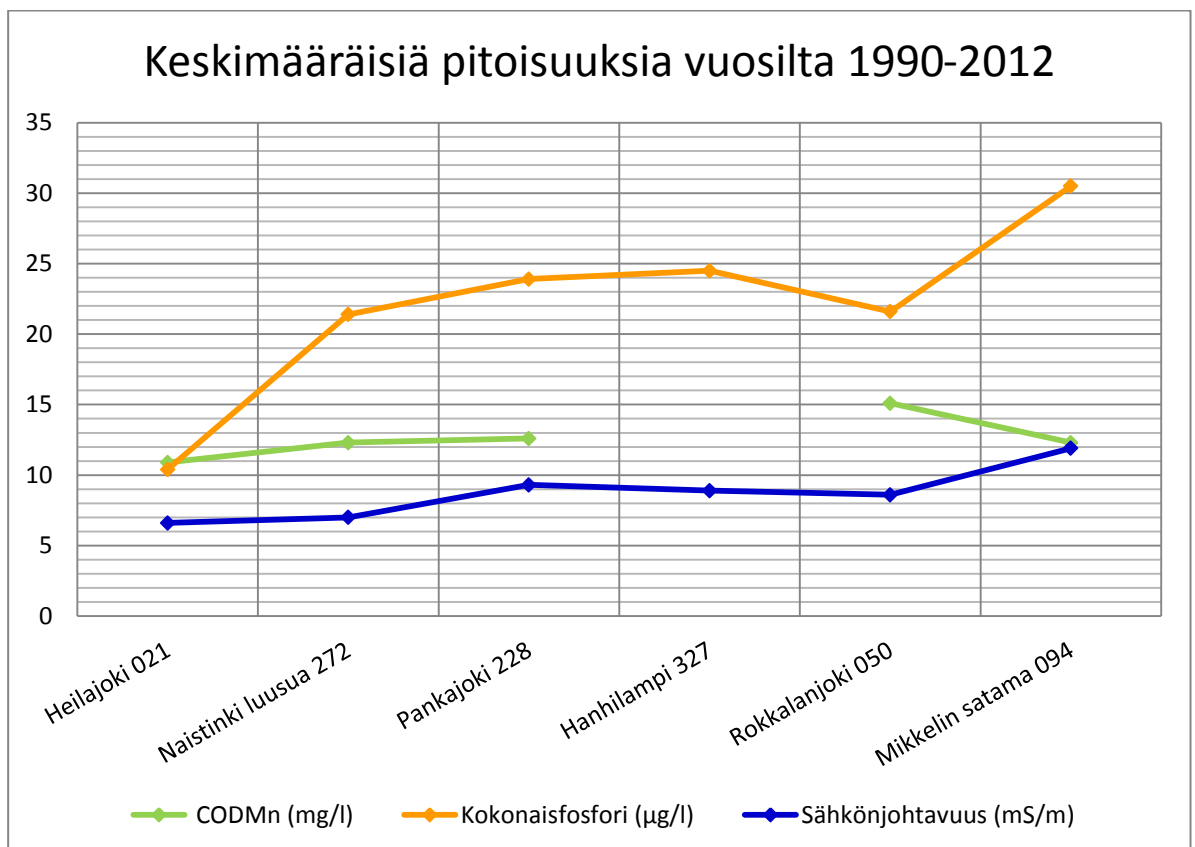
TAULUKKO 4. 7 – nimisen joen näytepisteiden keskimääräiset tulokset vuosilta 1990-2012 (Oiva- ympäristö- ja paikkatietopalvelu.)

Paikka	CODMn (mg/l)	Kiintoaine (mg/l)	Kok.P (µg/l)	Kok.N (µg/l)	Sameus (FNU)	Sähkönjohtavuus (mS/m)	Väri (mg Pt/l)
Heilajoki 021	10,9	1,5	10,4	584,4	0,77	6,6	53,3
Naistinki luusua 272	12,3	1,5	21,4	631,4	1,7	7	73,6
Pankajoki 228	12,6	2,3	23,9	795,2	2,9	9,3	91,5
Hanhilampi 327			24,5		2,9	8,9	81,1

Rokkalanjoki 050	15,1	2,2	21,6	875,9	3,7	8,6	107
Mikkelin satama 094	12,3	5,2	30,5	1521	3,9	12	87,4

Kiintoaineen määrää on joen varrelta määritetty vähemmän, mutta myös sen osalta pitoisuudet näyttäisivät nousevan 7-nimisen joen loppupäässä. Kiintoainepitoisuus lähes nelinkertaistuu välillä Heilajoki–satamanlahti (1,5–5,2 mg/l). Kiintoainekuorma ei kuitenkaan ole pelkästään 7-nimisestä joesta lähtöisin, sillä välillä Heilajoki–Rokkalanjoki (1,5–2,2 mg/l) pitoisuudet eivät edes kaksinkertaistu. Sameus sen sijaan, joka COD_{Mn}:n ja kiintoaineen lisäksi ilmentää humuksen määrää, lisääntyy melko merkittävästi Heilajoen ja Rokkalanjoen välillä, sillä sameuden arvot viisinkertaistuvat (0,77–3,70).

Kokonaistypen osalta pitoisuudet nousevat melko tasaisesti pitkin jokea, eikä selvää yksittäistä kuormituspistettä pysty ainakaan taulukon 1 perusteella paikantamaan. Veden värin osalta arvojen vaihtelu on melko suurta eri kohden jokea, mutta Rokkalanjoen näytepisteeseen mennessä värin arvo on kaksinkertaistunut Heilajokeen verrattuna.



KUVA 3. Kemiallisen hapenkulutuksen, kokonaisfosforin ja sähkönjohtavuuden keskimääräiset pitoisuudet vuosilta 1990 - 2012 välillä Heilajoki – Mikkelin satama (Oiva – ympäristö- ja paikkatietopalvelu).

6.2 Tutkimusalueen ulkopuolisten valuma-alueiden tuoma kuormitus

Tutkimusalueen ulkopuolisilta valuma-alueilta lähtöisin oleva fosforikuormitus tulee 7-nimiseen jokeen Heilajoen, Tampinjoen, Sirkkapuron sekä Suojalammesta laskevan ojan kautta. Jyväskylän yliopiston ympäristöntutkimuskeskuksen tekemän arvion mukaan Vuolinkojärvistä ja Alaisesta Heilajoen kautta tuleva kuormitus on noin 200 kg vuodessa. Tarsalan-, Saari-, Hieta- sekä Särkijärvestä Sirkkapuron välityksellä tuleva kuormitus on arviolta niin ikään noin 200 kg/a. Tampinjoen kautta Paloin-, Keski- ja Karkialammesta tuleva kuormitus on arviolta vuositasolla noin 50 kg. Arvion mukaan Suojalammesta 7-nimiseen jokeen tuleva fosforikuormitus on noin 14 kg vuodessa. (Jyväskylän yliopiston ympäristöntutkimuskeskus 2013.) Ulkopuolisilta valuma-alueilta tuleva fosforikuormitus on siis yhteensä noin 470 kg vuodessa.

6.3 Taajamavaluma-alueiden kuormitus

7-nimisen joen loppupuolella sijaitsevaan Rokkalanjokeen tuleva fosforikuormitus on arviolta 1080 kg/a, mutta 7-nimisen joen tuoma kuormitus satamanlahteen on arviolta peräti 1900 kg/a (Jyväskylän yliopiston ympäristöntutkimuskeskus 2013). Ulkopuolisilta valuma-alueilta tuleva fosforikuormitus on arviolta 470 kg/a, joten taajama-alueiden kuormitus 7-nimiseen jokeen on noin 610 kg/a ja satamanlahteen noin 1430 kg/a. Seuraavaksi arvioidaan tarkemmin taajamavaluma-alueiden mahdollisia kuormituksen aiheuttajia. Arviointi perustuu karttatietoon, omiin havaintoihin sekä olemassa olevaan tutkimustietoon.

6.3.1 Naistinki

Naistingin ulkoinen kuormitus on vuositasolla noin 326 kg, josta pistekuormituksen osuus (Pieni-Vuolinko ja sen yläpuolinen valuma-alue) on 200 kg ja hajakuormituksen (lähivaluma-alue) osuus noin 126 kg (Mikkelin seudun ympäristöpalvelut b). Heilajoesta Naistinkiin laskevan veden fosforipitoisuus on ollut keskimäärin 10 µg/l, kun taas Naistingista lähtevän veden fosforipitoisuus on ollut keskimäärin noin 21

$\mu\text{g/l}$ (Oiva-ympäristö- ja paikkatietopalvelu). Naistingista lähtevän veden fosforipitoisuus on siis kaksinkertainen tulevaan veteen verrattuna. Naistingin länsipuolelta lampeen purkautuu vesiä ympäröivältä asuin- ja teollisuusalueilta (näytepiste Naistinki 022), joiden fosforipitoisuudet ovat vaihdelleet välillä 13 - 220 $\mu\text{g/l}$ (Oiva-ympäristö- ja paikkatietopalvelu). Tällöin lähivaluma-alueen hulevesien fosforikuormitus voi olla ajoittain hyvinkin suurta.

Mittaustulosten perusteella asuin- ja teollisuusalueilta Naistinkiin johdettavien vesien fosforipitoisuudet olivat vuonna 2012 keskimäärin 90 $\mu\text{g/l}$ (Oiva-ympäristö- ja paikkatietopalvelu). Arvion mukaan hulevesiä johtavan ojan (Naistinki 022) fosforikuormitus Naistinkiin on 10 kg/a (Jyväskylän yliopiston ympäristöntutkimuskeskus 2013). Lisäksi lammen koillispuolella on koirien koulutusalue, jolta oletettavasti huuhtoutuu ravinteita Naistinkiin ja Naistingin alapuoliseen jokeen. Varsinaisilla harjoitusalueilla koirat eivät saa tehdä tarpeitaan (KooKoo99), mutta on oletettavaa, että koirat tekevät tarpeitaan koulutusalueen lähiympäristössä.

Naistingin alapuoliseen jokeen johdetaan vesiä Mikkelin lentokentältä, joka on nykyään lähinnä yksityiskoneiden käytössä. Siitä huolimatta lentokentältä johdettujen vesien (näytepiste Naistinginjokeen oja 319) fosforipitoisuudet ovat olleet keskimäärin noin 45 $\mu\text{g/l}$. Lentokentän alueelta tulevien vesien kuormitus 7-nimiseen jokeen on arviolta noin 50 kg/a (Jyväskylän yliopiston ympäristöntutkimuskeskus 2013). Mikkelin lentokentän pohjoispuolella on Lassila&Tikanojan ympäristöpalveluiden toimipiste, josta johtaa laskuoja Naistingin alapuoliseen jokeen. Vuosina 1986 - 2006 tehtyjen mittausten perusteella toimipisteeltä lähtevän laskuojan fosforipitoisuudet ovat olleet keskimäärin 145 $\mu\text{g/l}$ (Oiva-ympäristö- ja paikkatietopalvelu). Ei ole kuitenkaan varmuutta onko alueella enää toimintaa. Lisäksi 7 – niminen joki kulkee Mikkelin Golfkentän läpi, josta oletettavasti huuhtoutuu lannoitteita jokeen.

Ravinnekuormituksen lisäksi Naistingin ja sen alapuolisen joen läheisyydessä on Heilajoen ja Tuskun teollisuusalueet, joiden ennalta arvaamattomat varastopalot tai kemikaalionnettomuudet lisäävät riskiä 7 – nimiselle joelle sekä sen välityksellä myös Hanhikankaan pohjavesimuodostumalle. Hanhilammen vedenkorkeutta säädellään kiinteäkynnyksisellä padolla, jolloin veden imeytymistä pohjavesimuodostumaan on

käytännössä mahdotonta säädellä. Onnettomuuden sattuessa haitta-aineiden kulkeutumista pohjavesimuodostumaan on vaikea estää. (Mikkelin seudun ympäristöpalvelut 2013.)

6.3.2 Pankalampi

Pankalampeen laskee Siekkilänjoki, joka alkaa Naistingin alapuolelta ja jatkuu aina Pankalampeen saakka. Siekkilänjokeen laskee pitkin matkaa hulevesiä asuin- ja tiealueilta ja juuri ennen Pankalampea joesta erkanee oja, joka kerää hautausmaan ja koirapuiston vesiä lampeen. Pankalammen läheisyydessä on molemmin puolin melko vilkasta tieliikennettä, sillä toisella puolella lampea sijaitsee Pankalammen terveyskeskus ja toisella puolella Konsertti- ja kongressitalo Mikaeli. Mikaelin ohitse kulkeva Savilahdenkatu lienee myös yksi kaupungin käytetyimpiä teitä, joka johtaa Jyväskylälle. Pankalammesta lähtevän veden fosforipitoisuus on ollut keskimäärin 23 µg/l ja Naistingista lähtevän veden 21 µg/l (Oiva- ympäristö- ja paikkatietopalvelu), joten Naistinki - Pankalampi välillä fosforipitoisuus nousee hieman, mutta muutos ei ole kovin suuri.

6.3.3 Hanhilampi

Hanhilammen ympäristöstä noin 30 hehtaaria on rauhoitettua aluetta, eikä sen lähiympäristössä olekaan juuri muuta kuin sen länsipuolella hieman asutusta ja yksi tie. Lammen länsipuolella on myös Mikkelin jäähalli ja ravirata, jotka lisäävät tieliikennettä lammen läheisyydessä. Raviradalta voi huuhtoutua kuormitusta Siekkilänjokeen ja Hanhilampeen. Lisäksi Kalevankankaalla on ulkoilijoiden suosimat pururata ja luontopolku.

6.3.4 Laihalampi

Lehmuskylän asuinalueelta johdetaan hulevesiä sekä suoraan Siekkilänjokeen että Laihalampeen, joka purkaa vetensä niin ikään Siekkilänjokeen. Laihalammesta Siekkilänjokeen purkautuvan veden fosforipitoisuudet ovat olleet keskimäärin 47 µg/l (Oiva – ympäristö - ja paikkatietopalvelu). Arvion mukaan Laihalammesta lähtevä fosforikuorma on noin 6 kg vuodessa (Jyväskylän yliopiston ympäristön tutkimuskeskus 2013). Suurin osa kuormituksesta lienee kuitenkin peräisin lampeen

johdettavista Lehmuskylän asuinalueen hulevesistä sekä ympäröivältä puistoalueelta huuhtoutuvasta kuormituksesta, eikä Laihalammesta itsestään. Lampea ympäröivään puistoalueeseen kuuluu hautausmaa, jolta oletettavasti huuhtoutuu lampeen viheralueiden ja istutusten hoidon seurauksena ravinteita ja mahdollisesti myös torjunta-aineita. Lisäksi lammen ympäri kulkee suosittu ulkoilureitti, joten lammen ympäristä sisältänee huomattavan määrän koiran tarpeita, jotka lisäävät mm. ravinnekuormaa. Kesäisin lammen ympäristössä on runsaasti linnustoa (mm. sorsia ja lokkeja). Huomattava osa lampeen kohdistuvasta hajakuormituksesta sedimentoituu lammen pohjaan, eikä Lammessa ole havaittu sisäistä kuormitusta.

6.3.5 Likolampi

Likolammen noin 33 ha kokoinen valuma-alue koostuu pääosin asutuksen ja tiealueiden hulevesistä, mutta lampeen tulee vesiä myös pohjavesivaluntana. Lammessa ei ole tulo- eikä lasku-uomia, joten lammen arvioidaan purkautuvan pohjavesivirtauksena pohjoiseen pienen Likolammen suuntaan. Hanhikankaan pohjavedenotto säätelee osittain Likolammen vedenkorkeutta. Hanhikankaalle laadittujen pohjaveden virtauskuvien mukaan Likolammen vesi imeytyy etenkin lammen länsirannalta harjuun, jossa se kulkeutuu aina pohjavedenottamolle asti. (Tanskanen 2008.)

Lammen kokonaisfosforipitoisuudet ovat olleet 1990 -luvulta lähtien keskimäärin 57 µg/l ja klorofylli -a- pitoisuudet vastaavasti 33 µg/l (Oiva- ympäristö- ja paikkatietopalvelu). Lammen ravinnetase on kuitenkin fosforin osalta suhteellisen pieni. Vuotuinen ulkoinen kuormitus on 10 kg luokkaa, jonka lisäksi tapahtuu ympärivuotista sisäistä kuormitusta. Sisäisen kuormituksen arvioidaan olevan noin 5–7 kg vuodessa. Tuotantokaudella lammen kasvukerroksen fosforipitoisuudet vaihtelevat välillä 25–50 µg/l ja pintaveden klorofylli a -pitoisuudet välillä 20–60 µg/l. (Tanskanen 2008.)

Likolammen lähivaluma-alueella ei ole asuin- ja tiealueiden lisäksi esimerkiksi teollisuutta, joka muodostaisi riskin Hanhikankaan pohjavesimuodostumalle. Tämän vuoksi kunnostustoimenpiteiden jatkaminen on kuitenkin tärkeää, sillä Hanhikankaan vedenotolle muodostuva riski aiheutuu pääosin Likolammesta itsestään. Siksi erityisesti hyvän happitilanteen ylläpitäminen on tärkeää, ettei lammessa tapahtuisi

sisäistä kuormitusta ja rikkivedyn muodostumista. Hankikankaan pohjavesimuodostuman vedenlaadulle aiheuttavat riskiä rikkivety, rauta ja mahdolliset sinilevätoksiinit (Tanskanen 2008).

6.4 Vesinäytteiden tulokset

Alustavan näytteenottokartoituksen (YSI – mittari) yhteydessä selvisi, että 7 – nimisen joen happitilanne on loppukevästäkin hyvä. Liukoisen hapen pitoisuudet vaihtelivat välillä 9,05 - 10,90 mg/l ja kyllästys prosentit välillä 63 – 75 %. Joki oli paikoin osittain sulanut, mikä saattaa vaikuttaa hieman tuloksiin. Voidaan kuitenkin olettaa etteivät happipitoisuudet laske loppukevällä kovin huonolle tasolle.

Varsinaisen vesinäytteenoton tulokset ovat taulukossa 5 siinä järjestyksessä, mihin ne sijoittuvat 7 – nimisessä joessa. Oranssilla merkityt näytepisteet ovat ojista, jotka laskevat 7 – nimiseen jokeen. Kokonaisfosforipitoisuudet (taulukko 5) olivat kaikkien näytepisteiden osalta pienempiä aikaisempiin mittaustuloksiin verrattuna (Oiva-ympäristö- ja paikkatietopalvelu). Näytteenotto aikaan lumet olivat lähes kokonaan sulaneet, mikä saattaa vaikuttaa tuloksiin laimentavasti. Tulokset joka tapauksessa vahvistavat oletusta siitä, että fosforipitoisuus kasvaa voimakkaimmin 7 – nimisen joen alkupuolella ja laimenee sitten ennen Rokkalanjokea (kuva 4). Huomattavaa on, että välillä Naistinki – Tusku (etäisyys noin 1.5 km) fosforipitoisuudet yli kaksinkertaistuvat (taulukko 5).

Fosforipitoisuudet olivat huomattavasti pienempiä 7 – nimiseen jokeen laskevissa ojissa (taulukko 5) aikaisempiin mittaustuloksiin verrattuna. Vuonna 2012 fosforipitoisuudet olivat keskimäärin; *Naistinki* 022 110 µg/l, *Naistinginjokeen oja* 319 164 µg/l ja *Laihalammen luusua* 264 57 µg/l (Oiva – ympäristö- ja paikkatietopalvelu). Hulevesiä johtavissa ojissa fosforipitoisuudet olivat melko pieniä myös asuinalueille tyypillisiin pitoisuuksiin (taulukko 1) verrattuna.

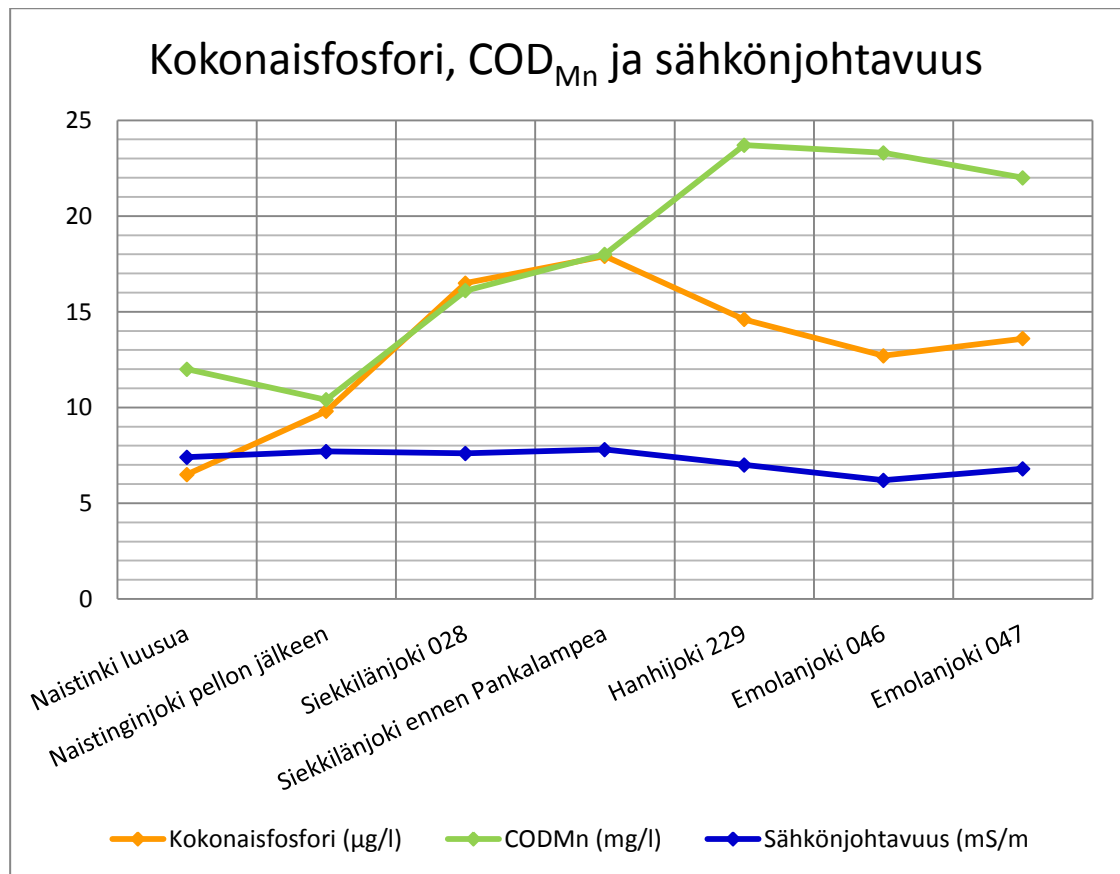
Happitilanne oli 7 – nimisessä joessa muilta osin hyvä lukuun ottamatta Laihalammesta laskevaa ojaa, jonka happipitoisuus osoittaa jonkinasteista happivajetta (2,9 mg/l). Myös näytepisteissä Naistinki 022 ja Naistinginjokeen oja 319 happipitoisuudet (taulukko 5) olivat hieman pienempiä verrattuna 7 – nimisen joen

happipitoisuuksiin. Näytteet otettiin sulanvedenaikaan veden lämpötilan ollessa noin 5 °C, joten olosuhteisiin nähden happipitoisuudet olivat valtaosin hyviä.

Vedessä olevan kemiallisesti hapettuvan orgaanisen aineen määrää kuvaavan (Oravainen 1999, 15) COD_{Mn} - arvot olivat vuosien 1990 - 2012 keskimääräisiin arvoihin verrattuna suurempia, etenkin 7 – nimisen joen loppupäässä. Kemiallisen hapenkulutuksen arvot kuitenkin vaihtelevat valumaolojen mukaan (Oravainen 1999, 15) ja oletettavasti sulamisvedet ovat huuhtoneet mukaansa orgaanista ainesta. COD – arvot jatkavat nousuaan Pankalammen jälkeen, vaikka fosforipitoisuudet ja sähkönjohtavuus kääntyvät laskuun (kuva 4).

TAULUKKO 5. Vesinäytteiden tulokset. Oranssilla merkityt ovat 7 – nimiseen jokeen laskevia ojia.

Näytepiste	Liukoinen happi (mg/l)	Kokonaisfosfori (µg/l)	CODMn (mg/l)	pH	Sameus (NTU)	Sähkönjohtavuus (mS/m)
Naistinki luusua	10	6,5	12	5,8	1,3	7,4
Naistinkiin laskeva 022	8,8	14,8	7,2	6,2	2,4	13,3
Naistinginjokeen oja 319	8,7	21,3	16,4	5,6	8,6	11,0
Naistinginjoki pellon jälkeen	9,5	9,8	10,4	6	1,4	7,7
Siekkilänjoki 028	10,3	16,5	16,1	6,1	2,9	7,6
Laihalampi luusua	2,9	20,9	12,7	5,8	12	13,5
Siekkilänjoki ennen Pankalampea	10,9	17,9	18	6,1	3,5	7,8
Hanhijoki 229	11,1	14,6	23,7	5,9	4,1	7,0
Emolanjoki 046	11,4	12,7	23,3	5,9	3,1	6,2
Emolanjoki 047	11,3	13,6	22	6,2	4,1	6,8



KUVA 4. Kokonaisfosforin, kemiallisen hapenkulutuksen ja sähkönjohtavuuden tulokset 7 – nimisen joen varrella olevista näytepisteistä (ei jokeen laskevien ojien näytepisteitä).

7 TULOSTEN TARKASTELU

Kuormituspisteiden arviointi olemassa olevan tiedon perusteella oli haastavaa, sillä ajantasaista tietoa oli saatavilla melko vähän. Tutkimustietoa ei ollut saatavilla kattavasti koko joen matkalta, joten tarkempi kuormituspisteiden paikantaminen oli vaikeaa. Pitkältä aikaväliltä lasketut keskiarvot antavat vain suuntaa antavan kuvan 7-nimisen joen tilasta eri kohden jokea, sillä etenkin ravinnepitoisuudet voivat vaihdella paljonkin sääolosuhteiden ja vuodenajan mukaan.

Tutkimusalueen ulkopuolisilta valuma-alueilta tuleva kuormitus perustuu arvioon, eikä ole täyttä varmuutta siitä kuinka suuri se todellisuudessa on. Arviot kuitenkin perustuvat havaittuun aineistoon, joten on oletettavaa, ettei todellinen kuormitus poikkea merkittävästi arvioidusta. Myös Rokkalanjokeen ja satamanlahteen kohdistuvat kuormitukset ovat arvioita. Rokkalanjoen satamanlahteen tuoma

kuormitus kuulostaa hyvin suurelta, sillä tällöin kuormitus lisääntyisi Rokkalanjoen ja satamanlahden välillä noin 900 kilolla.

Hulevesien aiheuttamaa kuormitusta on vaikea arvioida, sillä hulevesien laatu voi vaihdella paljonkin sääolosuhteiden ja vuodenajan mukaan. Pitoisuuksien vaihtelu on ollut suurta etenkin ojissa, jotka johtavat hulevesiä 7-nimiseen jokeen. Etenkin kokonaisfosforipitoisuuksien vaihtelu on ollut suurta eri näytteenotto ajankohtina. Tämän työn puitteissa tehtyjen mittausten tulokset fosforipitoisuuksien osalta olivat melko pieniä aikaisempiin kevätaikaan saatuihin tuloksiin verrattuna. Jotta ravinteiden määristä saataisiin tarkkoja tuloksia, tulisi näytteenottopisteissä olla jatkuva näytteenotto koko lumien sulamisjakson tai vastaavasti sateen ajan. Lisäksi näytteenoton olisi hyvä jatkua useamman vuoden ajan esimerkiksi keväällä lumien sulamisen aikaan sekä kesällä sateiden aikaan. Tämän työn puitteissa laajamittaisempi näytteenotto ei ollut mahdollista. Tulokset ovatkin lähinnä suuntaa antavia etenkin niiden näytepisteiden osalta, joilta ei ollut saatavilla aikaisempaa ajantasaista tietoa. Tässä työssä ei myöskään tutkittu hulevesien hygieenistä laatua, joka voi heikentää vesistöjen virkistyskäyttöä ja olisi tällöin hyvin tärkeä seurattava tekijä.

8 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tässä työssä saatiin selville, että taajamavaluma-alueilta tuleva kuormitus on huomattavasti suurempi verrattuna tutkimusalueen ulkopuolisilta valuma-alueilta tulevaan kuormitukseen. Rokkalanjoen kuormitus on arviolta 1080 kg/a, mutta Rokkalanjoen tuoma kuormitus satamanlahteen on jopa 1900 kg/a. Ulkopuolisilta valuma-alueilta tuleva kuormitus on arviolta vain 470 kg/a. Hulevesillä näyttäisi siis olevan huomattava vaikutus 7-nimisen joen veden laatuun. Kiinnittämällä huomiota hulevesien muodostumiseen sekä niiden laatuun, voitaisiin samalla parantaa myös 7-nimisenjoen veden laatua. Tällaisia huomioitavia asioita ovat esimerkiksi lumien kasaaminen, hiekoitus, tiesuolaus sekä uusien läpäisemättömien pintojen rakentaminen.

Oivasta koottujen tulosten ja tämän työn puitteissa tehtyjen mittausten tuloksissa on eroja, mutta molemmat tulokset osoittavat, että taajamavaluma-alueilta suurin fosforikuorma on lähtöisin Rantakylän alueelta. Voisikin olla tulevaisuudessa syytä

mieltä pitäisikö hulevesien hallintamenetelmiä Rantakylän ja Tuskun alueilla tehostaa tai vastaavasti lisätä hallintamenetelmiä. Tämän työn puitteissa tehdyissä mittauksissa hulevesiä johtavien ojien fosforipitoisuudet olivat melko pieniä asuinalueelle tyypillisiin pitoisuuksiin verrattuna. Hulevesien laatu kuitenkin vaihtelee sää- ja valuntaolojen mukaan, minkä vuoksi laajamittaisempi näytteenotto antaisi tarkemman kuvan hulevesien laadusta. Voisi miettiä olisiko automaatti mittausasemista hyötyä hulevesien laadun tarkkailussa. Esimerkiksi kiintoainetta tarkkailemalla saataisiin hyödyllistä tietoa hulevesien laadun muutoksista, mikä olisi myös hyödyksi vesinäytteenoton ajoittamisessa. Näytteenoton oikea ajoitus on tärkeää, sillä hulevesien suuren laadunvaihtelun vuoksi korkeat pitoisuudet eivät välttämättä jää kiinni mittaustuloksiin. Lisäksi voisi olla aiheellista tutkia enemmän hulevesien hygieenistä laatua, joka voi heikentää vesistöjen virkistyskäyttöä. Tämä koskee lähinnä Pankalampea, sillä muilla Mikkelin kaupunkialueen lammilla ei juuri ole virkistyskäytöllistä arvoa.

Mielestäni 7-nimisen joen veden laatu ei ole vielä kovin huono, mutta ilman ennaltaehkäiseviä toimia joen tila voi muuttua huonommaksi. Uudisrakentaminen sekä läpäisemättömien pintojen lisääntyminen lisäävät myös hulevesien määrää. Suurimman kuormituksen aiheuttajat näyttäisivät olevan keskittyneet Rantakylän alueelle, mikä helpottanee myös niiden hallinnassa ja laadun parantamisessa.

LÄHTEET

Aaltonen, Juha, Hohti, Harri, Jylhä, Kirsti, Karvonen, Tuomo, Kilpeläinen, Tiina, Koistinen, Jarmo, Kotro, Janne, Kuitunen, Timo, Ollila, Markku, Parvio, Anna, Pulkkinen, Seppo, Silander, Jari, Tiihonen, Topi, Tuomenvirta, Heikki & Vajda, Andrea 2008. Rankkasateet ja taajamatulvat (RATU). Helsinki: Vammalan kirjapaino Oy.

Ahponen, Hannele 2005. Luonnonmukaisten hulevedenkäsittelymenetelmien ja aluesuunnittelun keinoin kohti parempaa taajamahydrologiaa. Teoksessa Vakkilainen, Pentti, Kojola, Jyrki & Nurminen, Jyrki (toim.). Rakennetun ympäristön valumavedet ja niiden hallinta. Suomen ympäristö 776. 64–77.

Ahponen, Hannele 2003. Kohti luonnonmukaisempaa taajamahydrologiaa. Teknillinen korkeakoulu. Rakennus- ja ympäristötekniikan osasto. Diplomityö.

Jormola, Jukka 2009. Laatu, määrä ja muita tekijöitä hulevesien hallinnassa. Ympäristö ja terveys 3/2009, 66-70.

Jormola, Jukka, Harjula, Heli & Sarvilinna, Auri 2003. Luonnonmukainen vesirakentaminen. Uusia näkökulmia vesistösuunnitteluun. Suomen ympäristökeskus. PDF –dokumentti. <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=10035>. Ei päivitystietoja. Luettu 23.1.2013.

Jyväskylän yliopiston ympäristötutkimuskeskus 2013. Vesistömallijärjestelmä (Vemala).

Kettunen, Henrik. Taajamahydrologia. PowerPoint –diasarja. Suomen ympäristökeskus. <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=74778&lan=FI>. Ei päivitystietoja. Luettu 22.1.2013.

KooKoo99. Kenttien käytöstä. WWW –sivusto. http://www.kookoo99.net/index.php?option=com_content&view=article&id=89:kentti

en-kaeytoestae&catid=42:kentaet-ja-varaukset&Itemid=87. Ei päivitystietoja. Luettu 4.3.2013.

Kuntaliitto 2012. Hulevesiopas. Helsinki: Suomen Kuntaliitto.

Lampinen, Kaisa 2013. Kuvamateriaalia opinnäytteen aihepiiristä. Kevät 2013. Amk - opiskelija (ympäristöteknologia). Mikkelin ammattikorkeakoulu.

Suomen ympäristökeskus 2012. Hulevesien hallinta. WWW –sivusto.

<http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=25215&lan=fi>. Päivitetty 20.12.2012.

Luettu 17.1.2013.

Mikkelin seudun ympäristöpalvelut 2013. Mikkelin kaupungin hulevesiohjelma 2012-2017.

Mikkelin seudun ympäristöpalvelut 2012. Mikkelin seudun vesistötutkimukset vuosina 2010 ja 2011. PDF –julkaisu.

http://www.mikkeli.fi/fi/liitteet/02_palvelut/03_ymparisto/13_ymparistonsuojelu/vesis_totutkimukset_2010_2011.pdf. Luettu 12.2.2013.

Mikkelin seudun ympäristöpalvelut 2007. Mikkelin seudun vesistötutkimukset vuonna 2006. PDF –julkaisu.

http://www.mikkeli.fi/fi/liitteet/02_palvelut/03_ymparisto/13_ymparistonsuojelu/vesis_totutkim_2006_netiversio.pdf Luettu 14.2.2013.

Mikkelin seudun ympäristöpalvelut a. Vuolinkojärvien hoitosuunnitelma. Osa 1 kuormitusselvitys ja toimenpiteiden tarkastelu.

Mikkelin seudun ympäristöpalvelut b. Vesku –ohjelma. Naistinki. Excel –tiedosto.

Oiva-ympäristö- ja paikkatietopalvelu. 1.1.2013-1.5.2013.

Oravainen, Reijo. Opasvihkonen vesistötulosten tulkitsemiseksi havaintoesimerkein varustettuna. Maa- ja metsätalousministeriö. Tampere.

Rytkönen, Anne-Pauliina 2013. Kevään tulvat aiheuttivat miljoonavahingot. Yle Uutiset. WWW –sivusto.
http://yle.fi/uutiset/kevaan_tulvat_aiheuttivat_miljoonavahingot/6631649 Päivitetty 8.5.2013. Luettu 17.5.2013.

Tanskanen, Heikki 2012. Mikkelin Lehmuskylän Laihalampi –hoito-ohjelma. Mikkelin seudun ympäristöpalvelut.

Tanskanen, Heikki 2008. Likolammen kunnostus ja hoito. Esittelymuistio. Mikkelin seudun ympäristöpalvelut.

Teiska, Miia 1997. Mikkelin kaupunkialueen hulevesiselvitys. Mikkelin seudun ympäristökeskus. 5

Tikka, Juha 2003. Mikkelin seudun ympäristöpalvelujen vesistötutkimukset vuosina 2000-2002. PDF –julkaisu.
http://www.mikkeli.fi/en/liitteet/02_palvelut/03_ymparisto/13_ymparistonsuojelu/vesi_tutk2000-2002.pdf. Luettu 19.3.2013.

Tornivaara-Ruikka, Riitta 2006. Hulevesien käsittely maankäytön suunnittelussa. Uudenmaan ympäristökeskuksen raportteja 3/2006. PDF –dokumentti.
<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=104390&lan=fi>. Ei päivytystietoja. Luettu 23.1.2013.

Turvallisuus- ja kemikaalivirasto (TUKES) 2012. Pohjavesirajoitus. WWW –sivusto.
<http://www.tukes.fi/fi/Toimialat/Kemikaalit-biosidit-ja-kasvinsuojeluaineet/Kasvinsuojeluaineet/Ymparistorajoitukset-/Pohjavesirajoitus/>
Päivitetty 10.9.2012. Luettu 11.2.2013.

Valtion ympäristöhallinto 2011 a. Iso-Vuolinko. WWW –sivusto.
<http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=378036&lan=FI> Päivitetty 1.3.2011. Luettu 13.2.2013.

Valtion ympäristöhallinto 2011 b. Pieni-Vuolinko. WWW –sivusto.
<http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=382627&lan=FI> Päivitetty 26.4.2011.
Luettu 14.2.2013.

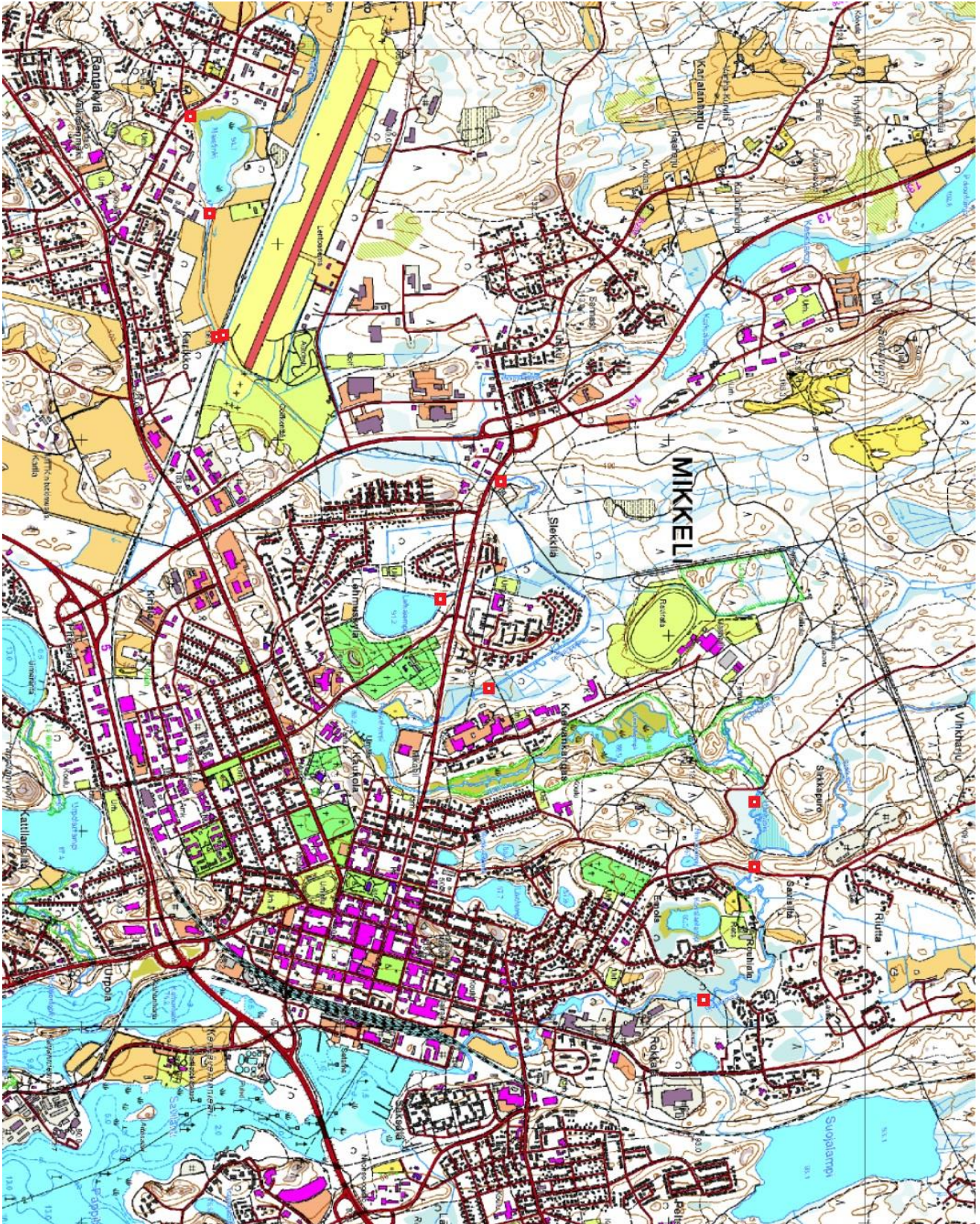
Valtion ympäristöhallinto 2011 c. Tarsalanjärvi. WWW –sivusto.
<http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=382629&lan=FI> Päivitetty 26.4.2011.
Luettu 14.2.2013.

Valtion ympäristöhallinto 2011 d. Saarijärvi (Mikkeli). WWW –sivusto.
<http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=382625&lan=FI> Päivitetty 26.4.2011.
Luettu 18.2.2013.

Valtion ympäristöhallinto 2011 e. Hietajärvi. WWW –sivusto.
<http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=378035&lan=FI> Päivitetty 1.3.2011.
Luettu 18.2.2013.

LIITE 1.

Kartta näytepisteiden sijainnista



Seitsennimisen joen tutkimusohjelma

SEITSENNIMISEN JOEN TUTKIMUSOHJLEMA

Tutkimusohjelman tarkoitus ja tavoitteet

Seitsennimisen joen tutkimusohjelman tavoitteena on edistää joen tilan seurantaan sekä tuottaa tarkempaa tietoa hulevesien laadusta sekä niiden aiheuttamasta riskistä Hanhikankaan pohjavesimuodostumalle. Ohjelma voi olla myös tukena toimijoiden päätöksenteossa. Tämä tutkimusohjelma on elävä suunnitteluasiakirja, jota voidaan tarvittaessa päivittää olosuhteiden muuttuessa tai uusien tutkimustietojen antaessa siihen aiheita. Tutkimusohjelmassa esitetään hulevesien laadun kannalta merkittävimpiä seuranta-parametreja.

Tausta

7- nimisen joki saa alkunsa Mikkelin Rantakylässä sijaitsevasta Naistingista. Naistinki laskee Siekkilänjokeen, joka virtaa Mikkelin lentokentän läheisyydestä ja golfkentän läpi kohti Siekkilää. Jokeen johdetaan hulevesiä Tuskusta ja Lehmuskylästä. Lisäksi jokeen laskee Lehmuskylässä sijaitsevan Laihalammen vesiä, johon kerätään osa alueen hulevesistä. Lopulta Siekkilänjoki laskee Pankalampeen, josta se jatkuu Pankajokena kohti Hanhilampea. Hanhilampi laskee Hanhijokeen, joka virtaa Rouhialan läpi, jossa se muuttuu Emolanjoeksi. Emolanjoki kulkee Rokkalan asuinalueen kautta ja päättyy lopulta Saksalan kaupungin osassa sijaitsevaan satamanlahteen.

Tarve tutkia hulevesien aiheuttamaa kuormitusta seitsennimiseen jokeen syntyi, kun huomattiin fosforipitoisuuksien kaksinkertaistuvan ja kiintoainepitoisuuksien lähes nelinkertaistuvan Naistingin ja Mikkelin sataman välillä. Opinnäytetyössä *7-nimisen joen taajamavaluma-alueet ja niiden aiheuttama kuormitus* ilmeni, että taajamavaluma-alueilta tuleva kuormitus on huomattavasti suurempi kuin tutkimusalueen ulkopuolisilta valuma-alueilta tuleva kuormitus. Rokkalanjoen kuormitus on arviolta 1080 kg/a, mutta Rokkalanjoen tuoma kuormitus satamanlahteen on jopa 1900 kg/a. Ulkopuolisilta valuma-alueilta tuleva kuormitus on arviolta vain 470 kg/a. Hulevesillä näyttäisi siis olevan huomattava vaikutus 7-nimisen joen veden laatuun.

Opinnäytetyössä selvisi myös, että suurin kuormitus näyttäisi olevan lähtöisin Rantakylän alueelta. Heilajoesta Naistinkiin laskevan veden fosforipitoisuus on ollut keskimäärin 10 µg/l, kun taas Naistingista lähtevän veden fosforipitoisuus on ollut keskimäärin noin 21 µg/l (Oiva-ympäristö- ja paikkatietopalvelu). Pitoisuus kaksinkertaistuu siis jo seitsennimisen joen alkupäässä. Fosforipitoisuus ei Naistingin jälkeen lisääntynyt merkittävästi, sillä Rokkalanjoessa fosforipitoisuus on ollut keskimäärin noin 21 µg/l. Sataman lahdessa fosforipitoisuus on ollut pintavedessä keskimäärin 30 µg/l, mutta satamanlahteen laskee seitsennimisen joen lisäksi myös muiden alueiden vesiä. (Oiva-ympäristö- ja paikkatietopalvelu.)

Tutkimusmenetelmät

Tällä hetkellä on melko hyvin tiedossa miltä alueelta merkittävin kuormitus tulee, mutta ei ole tiedossa mikä osuus kullakin kuormituslähteellä on kuormituksesta. Pitäisi selvittää eri lähteistä tulevien hulevesien todellinen laatu sekä niiden merkitys seitsennimisen joen laadulle sekä Hanhikankaan pohjavesimuodostumalle.

Hulevesien laatu vaihtelee sää- ja valuntaolojen mukaan, minkä vuoksi laajamittaisempi näytteenotto antaisi tarkemman kuvan hulevesien laadusta. Voisi miettiä olisiko automaatti mittausasemista hyötyä hulevesien laadun tarkkailussa. Esimerkiksi kiintoainetta tarkkailemalla saataisiin hyödyllistä tietoa hulevesien laadun muutoksista, mikä olisi myös hyödyksi vesinäytteenoton ajoittamisessa. Näytteenoton oikea ajoitus on tärkeää, sillä hulevesien suuren laadunvaihtelun vuoksi korkeat pitoisuudet eivät välttämättä jää kiinni mittaustuloksiin. Lisäksi voisi olla aiheellista tutkia enemmän hulevesien hygieenistä laatua, joka voi heikentää vesistöjen virkistyskäyttöä. Tämä koskee lähinnä Pankalampea, sillä muilla Mikkelin kaupunkialueen lammilla ei juuri ole virkistyskäytöllistä arvoa.

Kiinnittämällä huomiota hulevesien muodostumiseen sekä niiden laatuun, voitaisiin samalla parantaa myös 7-nimisenjoen veden laatua. Tällaisia huomioitavia asioita ovat esimerkiksi lumien kasaaminen, hiekoitus, tiesuolaus sekä uusien läpäisemättömien pintojen rakentaminen.

Tarkkailtavat kohteet

Näytteenotto olisi todennäköisesti hyvä painottua Rantakylän alueelle, mutta myös alempaa voisi tehdä näytteenottoa esimerkiksi yleiseen vesistötarkkailuun liitettynä. Rantakylän alueella näytteenotto voisi olla tiuhempaa ainakin aluksi. Alempaa seitsemänmetristä joesta tehtävä näytteenotto voisi olla lähtökohtaisesti sellaista, jolla saadaan tietoa siitä onko joen tila muuttunut johonkin suuntaan.

Rantakylän alueella näytteenottokohteita voisivat olla jo ennestään tarkkailussa olleet *Naistinkiin laskeva 022* sekä *Naistinginjokeen oja 319*. Lisäksi voisi olla muita aiheelliseksi katsottavia kohteita kuten esimerkiksi ”vanha” *Naistinkiin laskeva 002*. Myös koirakoulutusalueelta laskeva oja voisi olla potentiaalinen tarkkailun kohde.

Tarkkailtavat parametrit

Hulevesien laadun kannalta tärkeimpiä seurattavia parametreja ovat ravinteet, kiintoaine sekä suolistoperäiset bakteerit. Näiden lisäksi voisi ajoittain mitata myös happea, sameutta, sähkönjohtavuutta sekä väriä. Jos katsotaan aiheelliseksi, voidaan tarkkailla myös metalleja, kloridia ja orgaanisia yhdisteitä. Näiden tarkkailu voidaan katsoa tärkeäksi erityisesti Hanhikankaan pohjavesi muodostuman turvallisuuden turvaamiseksi.

Tarkkailun ajoittuminen

Jotta huleveden laadusta saataisiin tarkkoja tuloksia, tulisi näytteenottopisteissä olla jatkuva näytteenotto koko lumien sulamisjakson tai vastaavasti sateen ajan. Lisäksi näytteenoton olisi hyvä jatkua useamman vuoden ajan esimerkiksi keväällä lumien sulamisen aikaan sekä kesällä sateiden aikaan. Joen yleisen tilan ja mahdollisten muutosten tarkkailuun riittänee vastaavanlainen näytteenottiheys, joka alueella on ollut lähivuosina.

Näytteenoton suhteen jonkintasoinen yhteistyö Mikkelin ammattikorkeakoulun kanssa voisi olla harkinnan arvoinen vaihtoehto. Ympäristötekniikan koulutusohjelman opiskelijoilla on osana opintoja projektiopintoja, joihin voisi liittää seitsemänmetristen joen tarkkailuun liittyvää vesinäytteenottoa sekä tulosten analysointia ja tulkintaa.