

## GEOFYSIIKKA

Internet-kotisivu: <http://www.physics.helsinki.fi/oppiaineet/geofysiikka.html> Telekopio: 191 48802

Opintoneuvonta: FM **Selen Raiskila**, puh. 191 51014, [selen.raiskila@helsinki.fi](mailto:selen.raiskila@helsinki.fi). Vastaanotto: ti 10–11, huone D331

HOPS-yhdyshenkilö: Professori **Matti Lepäranta**, puh. 191 51016, [matti.lepparanta@helsinki.fi](mailto:matti.lepparanta@helsinki.fi). Vastaanotto: ti 14–15, huone 1D15a Dynamicum.

Kansainväliset asiat ja JOO-asiat: Ks. fyysis-käsitteet.

Geofysiikan opinnot antavat hyvän koulutus pohjan maapallon perustutkimukseen, ympäristön ja ympäristötekniikan tutkimukseen, ilmastotutkimukseen, merten ja napa-alueiden tutkimukseen, luonnonvarojen hyödyntämiseen liittyvään tutkimukseen sekä aurinkokuntaan liittyvään tutkimukseen.

Geofysiikan **perusopinnot** suorittanut opiskelija hallitsee geofysiikalta edellytettävät kaikille yhteiset perustiedot maapallon fysiikasta. **Aineopinnoissa** opiskelija suuntautuu omaan erikoistumislinjaansa valinnaisien kurssien avulla, ja **syventävissä opinnoissa** kolme erikoistumislinjaa eriytyvät.

### Erikoistumislinjat

Geofysiikan opiskelija voi erikoistua **vesivaipan, kiinteän maan tai planetaarisen alan geofysiikkaan**.

#### 1. Vesivaipan geofysiikka

Vesivaipan aineopinnot suorittanut opiskelija hallitsee vesivaipan geofysiikan perusteorian, alan kokeelliset tutkimus- ja mittausten menetelmät, ja on perehtynyt myös kenttätutkimukseen. Syventävät opinnot perehdyttävät opiskelijan syvämmiin tutkimusalan erityiskysymyksiin ja niissä tarvittaviin tutkimusmenetelmiin. Vesivaipan linjalta voi valmistua merentutkijaksi, hydrologiksi tai kryologiksi.

**Fysikaalinen meritiede** eli oseanografia tutkii merten lämpötiloutta, suolaisuutta, kiertoliikettä, vedenkorkeutta, aallokkoa ja jääoloja. Fysikaalisen meritieteen opiskelija perehtyy kenttätutkimukseen merellä, kau-

kokartoitussatelliitteihin ja oppii käyttämään matemaattisia malleja meritieteen ilmiöiden simuloimiseksi tutkimuksia, selvityksiä ja ennusteita varten. Suomen merentutkimus kohdistuu lähinnä Itämereen, Pohjois-Atlanttiin sekä napameriin. Alan käytännön sovellukset liittyvät merenkulkuun, kalastukseen, muuhun merten hyötykäyttöön ja meriympäristön suojeluun. **Hydrologia** tutkii mantereiden vesiä (järvet, joet ja maaperän vedet) ja veden kiertokulkua. Hydrologian opinnot kouluttavat vesialan asiantuntijaksi, jonka osaamiskenttään kuuluvat mm. sadveden valunta järviin ja suotautuminen maaperään, järvien ja jokien dynaamiset ja termiset prosessit, maavesi ja pohjavesi, aineen kulkeutuminen hydrologisen kiertokulun yhteydessä sekä veden laatu. Hydrologian sovellukset liittyvät näin ollen läheisesti ympäristötutkimukseen sekä vesivarojen suojeluun ja hyväksikäyttöön. **Kryologia** eli lumen ja jään geofysiikka tutkii lunta, jäätiköitä, routaa sekä merten ja sisävesien jääpeitettä eli veden kiinteätä olomuotoa maapallolla. Kryologian tutkimuslaitoksia on maailmalla rajoitetusti, meillä alan tutkijat sijoittuvat vesialan yksiköihin talvikauden fysiikan osajina. Kryologian kysymyksillä on suuri merkitys napa-alueiden olosuhteissa ja ekologiassa sekä globaalissa ilmastossa. Se on erityisesti Suomen oloissa merkittävä ala. Kryologian opinnot suorittanut opiskelija hallitsee veden kiinteän olomuodon perusfysiikan, alan tutkimusmenetelmät sekä työskentelyn kylmässä ympäristössä, ja osaa soveltaa osaamistaan mm. talvikauden teknisiin ongelmiin, talvikauden ekologian ja ympäristökysymyksiin. Tutkimuskohteita ovat esimerkiksi lumen laatu ja sulaminen, jäätiköiden massatase ja merijään ajelehtiminen.

#### 2. Kiinteän maan geofysiikka

Kiinteän maan aineopinnot suorittanut opiskelija hallitsee maaperän, kivikehän eli litosfäärin ja maapallon sisuksen geofysiikan perusteorian, tutkimusalan kokeelliset tutkimus- ja mittausten menetelmät, ja on perehtynyt myös laboratoriotyöskentelyyn. Syventävät opinnot perehdyttävät opiskelijan tutkimusalan erityiskysymyksiin. Kiinteän maan geofysiikan linjalta voi valmistua geodeetiksi, geomagneetikoksi tai seismologiksi. Sovellukset liittyvät maapallon esihistori-

aan, malminetsintään, paikantamiseen ja kartoitukseen sekä ympäristöönnettömyyksiin kuten maanjäristyksiin, maanvyöryihin ja tulivuoren purkauksiin.

**Geodesian** tehtävänä on maapallon koon, muodon ja painovoimakentän määrittäminen. Geodesian opinnot perehdyttävät opiskelijan tutkimus- ja mittausten menetelmiin, joita tarvitaan maanpinnan kuvaamisessa, mitausten suorittamisessa kartastotöiden pohjaksi, koordinaattijärjestelmien luomisessa ja niiden ylläpitämisessä avaruus- ja satelliittigeodesian (mm. GPS) menetelmiin. Opiskelija voi perehtyä myös painovoimamittauksiin, joita tarvitaan maapallon painovoimakentän muodon määrittämiseksi. Geodeettisia menetelmiä käytetään laajasti hyväksi myös muissa geofysiikallisisissa tutkimuksissa. **Geomagnetismi** tutkii maapallon nykyistä magneetikenttää ja sen aikavaihteluita. Geomagnetismin koulutus perehdyttää magneettisten mitausten tekemiseen laboratoriossa ja maastossa ja maapallon magneettisen kentän vaihteluihin. Tavoitteena on kentän ja sen ajallisten ja paikallisten muutosten syiden selvittäminen. Käytännössä tietoja magneetikentästä tarvitaan mm. radioliikenteessä, malminetsinnässä ja navigoinnissa. **Paleomagnetismissa** tutkitaan maapallon muinaista magneetikenttää, tämän ajallisia vaihteluita sekä napaisuuskäännöksiä. Opiskelussa tutkitaan kivinäytteitä ja niiden avulla maapallon magneetikentän historiaa. Tietoja voidaan hyödyntää mm. mannerlaattojen liikkeiden määrittämisessä. **Seismologia** tutkii maanjäristyksiä ja niihin liittyviä ilmiöitä sekä maapallon kuoren ja sisustan rakennetta ja fysiikallisia ominaisuuksia. Seismologian opiskelijat oppivat maanjäristyssignaalien etenemisestä maapallossa sekä käsittelemään ja tulkitsemaan seismometrien havaintosarjoja. Alalla on merkitystä mm. paikallisten maanjäristysriskien arvioinneissa, maanjäristysten paikantamisessa ja mitoituksessa, maanjäristysten varoitusjärjestelmien kehittämisessä ja ydinkoelvalonnassa. Seismisiä menetelmiä käytetään lisäksi maa- ja kallioperätutkimuksissa, maapallon rakenteen ja ominaisuuksien tutkimuksissa, maa- ja vesirakennustöiden suunnittelussa sekä malmien ja öljyn etsinnässä.

### 3. Planetaarinen geofysiikka

Planetaarisen geofysiikan aineopinnot suorittanut opiskelija hallitsee maapallon fysiikallisen käyttäytymisen kokonaisvaltaisesti ja osaa soveltaa tätä tietoa aurinkokunnan muiden kappaleiden tutkimuksissa. Opiskelija saa kokemusta kenttätöistä maapallolla sekä maapallon kartoituksesta satelliittien avulla ja kykenee soveltamaan osaamistaan avaruusluotainten tekemisiin mittauksiin. Syventävät opinnot perehdyttävät opiskelijan tutkimusalaansa erityiskysymyksiin.

Geofysiikan pääasiallinen tutkimuskohde on maapallo, mutta lisäksi geofysiikallisia menetelmiä käytetään aurinkokunnan muiden planeettojen ja kuiden tutkimuksissa. Tutkimukset koskevat näiden taivaankappaleiden rakenteita, koostumuksia, vesivaroja ja kehitystä geofysiikan näkökulmasta alkaen aurinkokuntamme synnystä aina tämän päivän luotainten antamiin tuloksiin asti. Tutkimuksen kohteita ovat myös meteorittien, asteroidien ja komeettojen geofysiikalliset piirteet ja näiden pienkappaleiden jättämät törmäysjäljet eli impaktikraatterit aurinkokuntamme kappaleiden pinoilla. Planetaarisen geofysiikan linjalta valmistuu aurinkokunnan tutkijoita sekä maapallon fysiikan laaja-alaisesti osaavia tutkijoita.

### Oppiainekohtaiset opinto-ohjeet

Perus- ja aineopinnot ovat kaikille linjoille yhteiset. Aineopinnoissa on otettava valinnaiset opinnot sen mukaan, mihin erikoistumislinjaan on tarkoitus siirtyä maisteriopinnoissa.

Geofysiikan opinnoista Geofysiikan johdantokurssi ja eri alojen peruskurssit kannattaa sijoittaa opintojen alkuun. Silvuaineopinnoista ainakin matemaattisten menetelmien ja fysiikan opinnot olisi syytä suorittaa ennen vaativampia aineopintojen kursseja. Seminaarien kuunteleminen kannattaa aloittaa aikaisin. Samalla saa kosketuksen siihen, mitä omalla alalla tapahtuu. Kie-liopinnot kannattaa myös sijoittaa opintojen alkupuolelle.

Perusopintotason kurssit pidetään joka vuosi ja aineopintotason kurssit vähintään joka toinen vuosi. Kursseja, joita ei kyseisenä vuon-

## geofysiikka

na luennoida, voidaan suorittaa myös kurssi-materiaalin pohjalta laitostenteissä. Geofysiikan alan kursseja luennoidaan myös Aalto-yliopiston eri osastoilla Espoon Otaniemessä. Näiden kurssien sopivuudesta tulee neuvotella osaston professorien kanssa.

Pro gradu -tutkielma tehdään yleensä geofysiikan laboratorion tutkimusprojekteissa professorien johdolla tai alan tutkimuslaitoksissa dosenttien ohjaamina

Opetusta koordinoivat ja ohjaavat vesiväi-pan erikoistumislinjalla prof. Matti Leppäranta (kryologia ja hydrologia) ja prof. Bert Rudels (fysikaalinen meritiede) sekä kiinteän maan erikoistumislinjalla prof. Lauri J. Pesonen; planetaarinen geofysiikka on uusi linjanavaus, ja sen ohjausta koordinoi prof. Matti Leppäranta.

Kunakin **luentokurssin** lopussa on opettajan järjestämä **tentti**. Kursseja on mahdollista suorittaa myös laitostenteissä. Tarkemat ohjeet tenttiarvostelusta julkaistaan oppiaineen verkkosivuille. Laitostenttien aikataulusta ja ilmoittautumisesta ohjeistetaan laitoksen verkkosivuilla. Useimpiin geofysiikan kursseihin liittyy pakollisia **harjoituksia** (laskuharjoituksia, laboratoriotöitä tai kentätöitä). Opintoihin kuuluvien tutkielmien suorittamisesta saa lisätietoja geofysiikan osaston professoreilta. **Äidinkielen viestintään kuuluvat Geofysiikan harjoitusaine** (2 op) ja **Äidinkielen seminaari** (2 op). Harjoitusaine on alan kirjallisuuteen perustuva essee. Seminaari pidetään geofysiikan ja meteorologian oppiaineiden yhteisenä, ja siinä kukin opiskelija pitää opettajan antamasta aiheesta esityksen ja toimii toisen opponenttina. **Geofysiikan syventävien opintojen seminaari** (5 op) suoritetaan osallistumalla kahden lukukauden ajan viikoittaisiin maanantaiseminaareihin ja pitämällä seminaariesitelmä omasta pro gradu -työstä. FM-tutkintoon kuuluva **työharjoittelu** on laajuudeltaan 1–10 op. Sen voi suorittaa geofysiikan laboratorion kesätöissä tai muissa tutkimusyksiköissä geofysiikan dosenttien tutkimushankkeissa ja ohjauksessa.

Kandidaattitutkinnon **sivuaineina** geofysiikassa on pakollisena fysiikan perusopinto-

kokonaisuus (25 op) ja toisena sivuaineena tulee olla jonkin toisen luonnontieteen aineen perusopintokokonaisuus (25 op). Valtion sivuaineen mukaan (esim. matematiikka, teoreettinen fysiikka, geologia, tähtitiede, meteorologia, limnologia, kemia, tietojenkäsittelytiede ja ympäristötiede) voi erikoistua teoreettiseen tutkimukseen, ympäristöalaa tai kokeellisen geofysiikan alaan. Kiinteän maan geofysiikan erikoistumislinjalla suositellaan geologiaa ja tähtitiedettä toiseksi sivuaineeksi, planetaarisen geofysiikan linjalla tähtitiedettä. Maisteritutkintoa varten näitä sivuaineopintoja syvennetään tai valitaan vielä kolmas sivuaine.

## Opiskelu ulkomailla

Kansainväliset vaihto-ohjelmat ja yhteistyö-yliopistot tarjoavat mahdollisuuksia suorittaa osan opinnoista ulkomailla. Geofysiikan opiskelijoita on säännöllisesti ollut opiskelemassa Huippuvuorilla (UNIS) ja pohjoismaisilla intensiivikursseilla.

## Geofysiikan opintojen ajoitusmalli

Geofysiikan opiskelijoiden ainejärjestö Gey-sir ry:n laatimaa opintopolkua voidaan käyttää apuna opintojen suunnittelussa. Opintopolku on esitetty myös geofysiikan oppiainesivuilla, joilta löytyvät myös kurssikuvaukset.

## LUONNONTIETEIDEN KANDIDAATIN TUTKINTO

### 1. vuosi syksy (34 op)

Mekaniikka, 9 op  
Fysikaalisten tieteiden esittely, 3 op  
Perusopintojen laboratoriotyöt (osa 1), 1 op  
Matemaattiset apuneuvot I ja II, 8 + 8 op  
Geofysiikan johdantokurssi, 5 op

### 1. vuosi kevät (36 op)

Meritieteen peruskurssi, 5 op  
Sähkömagnetismi ja sähködynamiikka, 5 + 3 op  
Aaltoliike ja kentät, 5 op  
Perusopintojen laboratoriotyöt (osa 2), 2 op  
Kiinteän maan geofysiikka I, 5 op  
Hydrologian peruskurssi, 5 op  
TVT-ajokortti, 3 op  
Toinen kotimainen kieli, 3 op  
HOPS alkaa

### 2. vuosi (57–58 op)

Meteorologian ja säähavainnonteon perusteet, 5 op  
 Geomagnetismi, 5 op  
 Havaintojen tilastollinen käsittely, 3 op  
 Vieras kieli, 4 op  
 Tieto- ja viestintätekniikan opintoja, 3 op  
 Sivuaineopintoja  
 Aineopintoja (syventävien linjasuunnan mukaan), 15–20 op

### 3. vuosi (52–53 op)

Kaukokartoitus, 5 op  
 GIS, 5 op  
 Geofysiikan harjoitusaine, 2 op  
 Kandidaatin tutkielma, 6 op ja kypsyysnäyte  
 Äidinkielen seminaari, 2 op  
 Sivuaineopintoja  
 Aineopintoja (syventävien linjasuunnan mukaan)

## TUTKINTOVAATIMUKSET, GEOFYSIIKKA

Näiden tutkintovaatimusten mukaan opiskelevat 1.8.2010 tai myöhemmin opintonsa aloittaneet opiskelijat. Ennen 1.8.2010 opintonsa aloittaneet voivat suorittaa tutkintonsa opintojen aloittamisvuonna voimassa olleiden vaatimusten mukaan tai siirtyä opiskelemaan uudempien vaatimusten mukaan. Mikäli opinnot on aloitettu ennen 1.8.2005, tutkinto suoritetaan 1.8.2005 voimaan tulleiden tai uudempien tutkintovaatimusten mukaan.

Geofysiikkaan kuuluvat kiinteän maan geofysiikan linja, planetaarisen geofysiikan linja ja vesivaipan geofysiikan linja. Perus- ja aineopinnot ovat näille linjoille yhteiset. Aineopintojen valinnaiset opinnot tulee valita niin, että ne soveltuvat syventävissä opinnoissa tehtävään linjavalintaan. Opintojakson kuulussa sekä geofysiikan että jonkin sivuaineen opintoihin sen voi korvata, ellei toisin ole mainittu, muilla opinnoilla siten, että tutkinnon opintopistemäärä täyttyy.

## LUONNONTIETEIDEN KANDIDAATIN TUTKINTO (180 OP)

### 1. Pääaineopinnot (96 op)

#### 535130 GEOFYSIIKAN PERUSOPINNOT (25 OP)

53501 Geofysiikan johdantokurssi, 5 op  
 535010 Kiinteän maan geofysiikka I, 5 op  
 53531 Hydrologian peruskurssi, 5 op  
 53541 Meritieteen peruskurssi, 5 op  
 535026 Meteorologian ja säähavainnonteon perusteet, 5 op

#### 535160 GEOFYSIIKAN AINEOPINNOT (71 OP)

##### Pakolliset aineopinnot (41 op)

53528 Deskriptiivinen oseanografia, 5 op  
 53568 Lumen ja jään geofysiikka, 5 op  
 53521 Geomagnetismi, 5 op  
 535021 Planetaarinen geofysiikka, 5 op  
 53749 Jatkumomekaniikan perusteet, 5 op  
 53537 Kaukokartoitus, 5 op  
 535046 Geographic Information Systems (GIS), 5 op  
 53510 Kandidaatintutkielma, 6 op  
 50036 Kypsyysnäyte

##### Valinnaiset aineopinnot (30 op)

53697 Virtausilmiot, 5 op  
 53536 Vesivaipan mittausmenetelmät, 5 op  
 53540 Itämeren oseanografia I, 5 op  
 535024 Sovellettu hydrologia, 5 op  
 535011 Kiinteän maan geofysiikka II, 5 op  
 53511 Geodesia, 5 op  
 535020 Kiinteän maan geofysiikan laboratoriotyöt, 5 op  
 53551 Käytännön seismologia, 5 op  
 53554 Seismiset rakennetutkimukset, 5 op  
 535019 Sovelletun geofysiikan perusteet, 5 op  
 535016 Petrofysiikan peruskurssi, 5 op  
 535017 Paleomagnetismi, 5 op  
 535006 Aikasarja-analyysi geotieteissä, 5 op  
 53514 Satelliittipaikannus, 5 op  
 53923 Aurinkokunnan fysiikka, 5 op  
 53646 Rajakerroksen fysiikka I, 5 op  
 535027 Fysikaalisen klimatologian perusteet, 6 op

Valinnaisiin kursseihin voidaan sisällyttää geologian kurssit: Hydrogeologian perusteet, 3 op, Yleinen geologia, 7 op ja Ympä-

*geofysiikka*

ristögeologia, 2 op. Jos valinnaisia aineopintoja suoritetaan yli 30 op, muihin opintoihin kuuluvia vapaasti valittavia opintoja tarvitaan vastaavasti vähemmän.

Oppiaineen vastuuprofessorin kanssa sovitun ja HOPS-suunnitelmaan kirjatun mukaan valinnaisia kursseja voi ottaa myös muilta erikoistumislinjoilta, toisesta koulutusohjelmasta tai toisesta yliopistosta.

## 2. Sivuaineopinnot (vähintään 50 op)

Sivuaineiden tulee koostua fysiikan perusopintokokonaisuudesta (25 op) ja jonkun toisen luonnontieteen aineen perusopintokokonaisuudesta (25 op). Kiinteän maan linjalle suositellaan geologiaa tai tähtitiedettä. Jos sivuaineopintoja suoritetaan yli 50 op, muihin opintoihin kuuluvia vapaasti valittavia opintoja tarvitaan vastaavasti vähemmän.

## 3. Muut opinnot (34 op)

50042 LUK MUUT OPINNOT  
(VÄHINTÄÄN 32 OP)

### Pakolliset opinnot (32 op)

53001 Työelämään orientoivia opintoja: Fysikaalisten tieteiden esittely, 3 op  
53704 Matemaattiset apuneuvot I, 8 op, tai vastaavat tiedot

53602 Havaintojen tilastollinen käsittely, 3 op

530147 Henkilökohtainen opintosuunnitelma, 1 op

Tieto- ja viestintätekniiikan opinnot (6 op), jotka voivat koostua esimerkiksi seuraavista kahdesta opintojaksosta:

530148 TVT-ajokortti, 3 op

53398 Tieteellinen laskenta I, 3 op

Kieliopinnot (11 op), jotka koostuvat opinnoista:

Äidinkieli, 4 op, sisältäen seuraavat:

50505 Geofysiikan harjoitusaine, 2 op

535123 Äidinkieli (seminariesitelmä), 2op

Toinen kotimainen kieli, 3 op (CEFR-taso B1)

Vieras kieli, 4 op (englannissa CEFR-taso B2, muissa kielissä B1)

## Vapaasti valittavat opinnot (2 op)

Vapaasti valittavia opintoja tulee suorittaa siten, että tutkinnon laajuus 180 op täyttyy. Vapaasti valittaviin opintoihin voidaan hyväksyä myös vähimmäisvaatimukset ylittäviä pääaineen tai sivuaineen opintoja. Tässä tapauksessa ne voidaan kirjata joko pääaineen ja sivuaineen kokonaisuuksiin tai muihin opintoihin.

FILOSOFIAN MAISTERIN TUTKINTO  
(120 OP)

## 1. Pääaineopinnot (80 op)

535150 GEOFYSIIKAN SYVENTÄVÄT  
OPINNOT (80 OP)

### Pakolliset syventävät opinnot (60 op)

Erikoistumislinjat sisältävät pakollisia (ydinaineksen kurssit) ja valinnaisia kursseja. Valinnaisissa opinnoissa kurssit A sisältävät erikoistumislinjan valinnaisen ydinaineksen ja kurssit B ovat erikoistumislinjan keskeisimmät valinnaiset syventävät kurssit. Kurssit C ovat erikoistumisopintoja ja erikoistumislinjan jatko-opintojen kursseja, joita ei pääsääntöisesti tulisi suorittaa ennen A- ja B-kursseja. Oppiaineen vastuuprofessorin kanssa sovitun ja HOPS-suunnitelmaan kirjatun mukaan kursseja voi ottaa myös muilta erikoistumislinjoilta, toisesta koulutusohjelmasta tai toisesta yliopistosta.

50304 Geofysiikan syventävien opintojen seminaari, 5 op

50112 Pro gradu -tutkielma, 40 op

50039 Kypsyyssnäyte

### 1. Vesivaipan linja

53376 Hydrodynamiikka, 5 op

535041 Turbulenssioppi, 5 op

Ainakin yksi kenttäkurssi seuraavista:

53641 Mikrometeorologian ja hydrologian kenttäkurssi, 4 op

535128 Meritieteen kenttäkurssi, 5 op

535126 Lumen ja jään kenttäkurssi, 5 op

**2. Kiinteän maan linja**

- 535107 Geofysiikan kenttäteoria, 5 op  
 53565 Geotermiikka, 5 op  
 535045 Kiinteän maan geofysiikan kenttäkurssi, 5 op

**3. Planetaarisen geofysiikan linja**

- 53376 Hydrodynamiikka, 5 op  
 53518 Litosfäärigeofysiikka, 5 op  
 53565 Geotermiikka, 5 op

**Valinnaiset syventävät opinnot (20 op)**

Valinnaisiin opintoihin voidaan sisällyttää alla olevan listan lisäksi myös muita alan kursseja, joita pidetään harvemmin ja mahdollisuuksien mukaan.

**1. Vesivaipan linja****A. Ydinaineksen kurssit**

- 53545 Dynaaminen oseanografia I, 5 op  
 535008 Glasiologia, 5 op  
 53505 Rannikko-oseanografia, 5 op  
 53548 Veden pinta-aallot, 5 op  
 53583 Matemaattiset mallit hydrosfäärin fysiikassa, 5 op

**B. Syventävät kurssit**

- 53574 Globaali hydrologia, 5 op  
 535044 Routa, 5 op  
 50508 Jokien dynamiikka, 5 op  
 53582 Valtamerten kiertoilike, 5 op  
 53581 Napameret, 5 op  
 530006 Monte Carlo- simulointien perusteet, 5 op

**C. Erikoistumiskurssit**

- 53589 Luonnonvesien optiikka, 5 op  
 53587 Itämeren oseanografia II, 5 op  
 53576 Järvien fysiikka, 5 op  
 535117 Merten jääolot, 5 op

**2. Kiinteän maan linja****A. Ydinaineksen kurssit**

- 53518 Litosfäärigeofysiikka, 5 op  
 53552 Maanjäristysseismologia, 5 op  
 53595 Kiinteän maan geofysiikan erikoisaiheita, 5 op

**B. Syventävät kurssit**

- 54026 Tektoniikka, 5 op  
 53516 Maan painovoimakenttä, 5 op  
 535044 Routa, 5 op  
 535047 Ympäristömagnetismi, 5 op  
 530006 Monte Carlo- simulointien perusteet, 5 op

**C. Erikoistumiskurssit**

- 53556 Seismiset aallot, 5 op  
 535110 Avaruusgeodesia, 5 op

**3. Planetaarisen geofysiikan linja****A. Ydinaineksen kurssit**

- 535008 Glasiologia, 5 op  
 53545 Dynaaminen oseanografia I, 5 op  
 53595 Kiinteän maan geofysiikan erikoisaiheita, 5 op

**B. Syventävät kurssit**

- 54026 Tektoniikka, 5 op  
 53516 Maan painovoimakenttä, 5 op  
 53582 Valtamerten kiertoilike, 5 op  
 53574 Globaali hydrologia, 5 op  
 535044 Routa, 5 op

**C. Erikoistumiskurssit**

- 535110 Avaruusgeodesia, 5 op  
 53918 Dynamiikan jatkokurssi tähtitieteessä, 7 op  
 53856 Aurinkokunnan pienkappaleet I, 7 op  
 53903 Aurinkokunnan pienkappaleet II, 7 op

**2. Sivuaaineopinnot (25–35 op)**

Täydentäviä sivuaaineopintoja tarvittava määrä tai uusi vähintään 25 op:n sivuainekokonaisuus.

**3. Muut opinnot (5–15 op)**

- 50034 FM MUUT OPINNOT

**Pakolliset opinnot**

- 535040 Geofysiikan historia, 2 op  
 530150 Henkilökohtainen opintosuunnitelma, 1 op  
 535007 Työharjoittelu, 1-10 op  
 53705 Matemaattiset apuneuvot II, 8 op

*geofysiikka*

53912 Planetaarisen geofysiikan linja: Tähtitieteen perusteet, 7 op (ellei sisälly tähtitieteen sivuaineeseen)

**Valinnaiset opinnot**

535012 Kiinteän maan linja: Työelämään perehtyminen, 5 op

Matemaattiset apuneuvot II ei ole pakollinen, jos opiskelijalla on vastaavia muita kursseja suoritettuna. Muihin opintoihin voidaan sisällyttää myös valinnaisia kursseja menetelmätieteiden kurssikorista ja lisää geofysiikan syventäviä opintoja.

**JATKOTUTKINNOT JA JATKO-OPINNOT GEOFYSIKASSA**

Jatkotutkintoja ovat Filosofian lisensiaatin ja Filosofian tohtorin tutkinto. Molempiin tutkintoihin kuuluu 60 opintopisteen laajuiset pää- ja sivuaineen opinnot, jotka määritellään jatko-opintojen henkilökohtaisessa opintosuunnitelmassa (J-HOPS). Pääaineen opintojen pääosan on oltava oman tutkimusalan erikoiskurssien (C-kurssit) opintoja. Muut opinnot voivat olla sivuaineen aineopintoja tai syventäviä opintoja, tai muiden yliopistojen vastaavan tasoisia opintoja. Kaikkien opintojen on muodostettava pääaineopintoja ja tutkimustyötä tukeva kokonaisuus.

Jatko-opinnot koostuvat oman tutkimusalan jatko-opinnoista (50 op) ja yleisistä jatko-opinnoista (10 op).

53526 GEOFYSIIKAN JATKO-OPINNOT (60 OP)

**53562 Tutkimusalan (geofysiikka) jatko-opinnot 50 op**

Tutkimusalan jatko-opintoihin tulee sisältyä kurssi:

53180 Jatko-opintojen seminaari, 5 op

**53000 Yleiset jatko-opinnot 10 op**

Yleisiin jatko-opintoihin tulee sisältyä tieteenfilosofian, tutkimusetiikan ja yleiseen asiantuntijuuteen valmentavia opintoja sekä kansainvälistä tieteellistä toimintaa. Kurssitarjonnasta vastaavat yliopisto, ma-

temaattis-luonnontieteellinen tiedekunta ja sen laitokset. Tarkemmasta sisällöstä sovi- taan jatko-opintosuunnitelmaa tehtäessä.

**Geofysiikan opinnot sivuaineopiskelijoille**

535132 GEOFYSIIKAN PERUSOPINNOT (25 OP)

Kuten pääaineopiskelijoilla

535161 GEOFYSIIKAN AINEOPINNOT (SIVUAINE) (35 OP)

Seuraavista 15 op:

53528 Deskriptiivinen oseanografia, 5 op

53568 Lumen ja jään geofysiikka, 5 op

53521 Geomagnetismi, 5 op

535021 Planetaarinen geofysiikka, 5 op

53697 Virtausilmiöt, 5 op

53536 Vesivaipan mittausmenetelmät, 4 op

53511 Geodesia, 5 op

53521 Geomagnetismi, 5 op

53551 Käytännön seismologia, 5 op

Muita geofysiikan aineopintoja 20 op. Sopi- muksen mukaan valinnaisia kursseja voi ot- taä myös muilta erikoistumislinjoilta, toises- ta koulutusohjelmasta tai toisesta yliopis- tosta.

535151 GEOFYSIIKAN SYVENTÄVÄT OPINNOT (SIVUAINE) (60 OP)

Kuten pääaineopiskelijoilla, mutta pro gradu -tutkielma korvataan 20 op tutkielmalla.