



HELSINGIN YLIOPISTO
HELSINGFORS UNIVERSITET
UNIVERSITY OF HELSINKI

Opetusvideoiden hyödyntäminen itseopiskelumateriaalina verkkokurssilla

Helsingin yliopisto

Matemaattis-luonnontieteellinen
tiedekunta

2022

Heini Auvinen

Pro-gradu tutkielma

Ohjaaja: Matti Pauna



Tiedekunta - Fakultet - Faculty Matemaattis-luonnontieteellinen		
Tekijä - Författare - Author Heini Auvinen		
Työn nimi - Arbetets titel Opetusvideoiden hyödyntäminen itseopiskelumateriaalina verkkokurssilla		
Title Utilizing educational videos as self-study material in an online course		
Oppiaine - Läroämne - Subject Matematiikka		
Työn laji/ Ohjaaja - Arbetets art/Handledare - Level/Instructor Pro gradu -tutkielma	Aika - Datum - Year 2022	Sivumäärä - Sidoantal - Number of pages 59 sivua + 3 liitettä
Tiivistelmä - Referat - Abstract <p>Opetusvideot ovat yleistyneet opetusmateriaaleina ja aiempien tutkimusten perusteella ne on myös todettu toimivaksi ja pidetyksi tavaksi oppia. Opetusvideoiden toimivuuteen vaikuttaa kuitenkin moni asia. Tässä tutkielmassa tutkin, ovatko opetusvideot hyödyllistä materiaalia itseopiskelukurssilla ja millaisia elementtejä löytyy toimivasta opetusvideosta. Tutkielmasta löytyy konkreettisia esimerkkejä opetusvideoiden toimivuuteen. Opetusvideot voivat toimiesaan olla hyvin tehokas oppimismuoto.</p> <p>Tutkielmaa varten tein Helsingin avoimen yliopiston itseopiskelukurssille opetusvideoita, videoihin liittyviä tehtäviä ja näiden ohelle tutkimuskyselyn. Jokaiseen videoon kuului siis videon aihetta tukeva, oppijaa aktivoiva tehtävä. Tehtäväpakettiin kuului yhteensä kolme videota, kolme tehtävää sekä tutkimuskysely. Opetusvideoiden toimivuutta opetusmateriaalina tutkittiin tehtävien onnistumisen ja opiskelijoiden kokemusten perusteella.</p> <p>Toimivan opetusvideon taustalla on huolellinen suunnittelu. Suunnittelussa tulee ottaa huomioon videon aiheuttama kognitiivinen kuormitus, jotta videosta saadaan oppimistuloksia parantava oppimateriaali. Opetusvideon tulee olla tarpeeksi lyhyt, visuaalinen ja aktivoiva. Tutkielmassani pohditaan, kuinka passiivisia opetusvideoita saadaan kehitettyä myös oppijaa aktivoiviksi.</p>		
Avainsanat – Nyckelord: opetusvideo, opetusmateriaali, kognitiivinen kuorma, algoritmi		
Muita tietoja - Övriga uppgifter - Additional information		

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Teoreettinen tausta	3
2.1	<i>Kognitiivinen kuorma</i>	3
2.2	<i>Aktiivinen oppiminen opetusvideoilla</i>	9
2.3	<i>Videoiden käyttäminen opetuksessa</i>	9
2.4	<i>Saavutettavuus</i>	11
2.5	<i>Algoritmit osana opetussuunnitelmaa</i>	12
2.6	<i>Hamming-koodi</i>	13
3	Prosessin kuvailu	21
3.1	<i>Videoiden suunnittelu ja toteutus</i>	21
3.2	<i>Tehtävien suunnittelu ja toteutus</i>	24
4	Materiaalin kuvailu	27
4.1	<i>Parillinen pariteetti</i>	27
4.2	<i>Hamming-koodi opetusvideoiden avulla</i>	28
4.3	<i>Moodle -tehtäväpaketti</i>	33
5	Tutkimustehtävä ja tutkimuskysymykset	34
6	Tutkimuksen toteutus	36
6.1	<i>Aineiston kuvaus ja keruu</i>	36
7	Tutkimustulokset ja niiden tulkintaa	40
7.1	<i>Tehtävien tulokset</i>	40
7.2	<i>Kyselyn tulokset</i>	43
7.3	<i>Yhteenveto</i>	51
8	Luotettavuus	54
9	Pohdintaa	56
	Lähteet	58
	Liitteet	60

1 Johdanto

Lyhyet opetusvideot on koettu toimivaksi opetusmateriaaliksi (Brame, 2016). Nämä tukevat aiheen ymmärrystä ja toimivat hyvin opetusmateriaalina itseopiskelukursseilla, joilla lähi- tai etäopetusta ei ole saatavilla. Toimiva opetusvideo on tarpeeksi lyhyt, jotta opiskelija pystyy keskittymään koko videon ajan, eikä muisti kuormitu liikaa. Muita opetusvideoiden toimivuuteen vaikuttavia asioita ovat esimerkiksi visuaalisuus, interaktiivisuus ja saavutettavuus.

Saavutettavuudella pyritään siihen, että verkkomateriaalit ovat mahdollisimman monen käytettävissä. Onkin tärkeää huomioida saavutettavuuteen liittyviä asioita opetusvideoita luodessa. Videoihin tulisi lisätä tekstitykset, mahdollisuuksien mukaan myös useammalla eri kielellä. Värien käyttö on todettu hyväksi tiedon jäsentelyn tavaksi opetuksessa, joka edesauttaa opittavan asian ymmärrystä. Väreillä voidaan korostaa asioita, jolloin ne myös helpommin jäävät mieleen. Videoita luodessa tulee kuitenkin pohtia videoiden värimaailmaa kaikille sopivaksi ja ymmärrettäväksi. Pahimmillaan liika visuaalisuus voi aiheuttaa negatiivista kognitiivista kuormitusta, jolloin oppiminen heikkenee.

Tässä tutkielmassa tutkin opetusvideoiden hyödyllisyyttä ja elementtejä, joita hyivistä opetusvideoista löytyy. Teen itse lyhyitä opetusvideoita ja näihin tukimateriaalia Helsingin yliopiston tietojenkäsittelytieteen laitoksen Tietokoneen toiminta -kurssille. Videot käsittelevät Hamming-koodi virheenkorjausalgoritmia (2.6), joka kuuluu Tietokoneen toiminta -kurssin opetussisältöihin. Käyn tutkielmassani läpi videoiden tekoon liittyviä huomioonotettavia seikkoja pohjautuen aiempiin tutkimuksiin. Lisäksi kerron omasta prosessistani ja kokemuksistani opetusvideoiden teon kannalta. Tutkielmassani tutkitaan, koetaanko lyhyet opetusvideot mielekkäänä tapana oppia itseopiskelukurssilla, jossa lähi- tai etäopetusta ei järjestetä.

Algoritmit ja algoritmillinen ajattelu ovat nousseet osaksi perusopetuksen ja lukion opetussuunnitelmia. Tämän myötä perusopetuksessa opetellaankin jo yksinkertaisia algoritmeja ja harjoitellaan algoritmillista ajattelua. Kuten korkeakouluissakin, myös perus- ja toisen asteen koulutuksessa voidaan hyödyntää

opetusmateriaalina opetusvideoita. Opiskelijat ovat yksilöitä, jolloin heille myös toimii erilaiset opetusmenetelmät. Interaktiiviset ja keskittymisen kannalta tarpeeksi lyhyet opetusvideot voivatkin olla erittäin toimiva opetusmuoto missä aineessa tahansa. Tässä tutkielmassa tutkitaan, toimivatko opetusvideot opetusmateriaalina itseopiskelukurssilla, kuinka toimiva opetusvideo syntyy ja mitä opetusvideoiden luonnissa kannattaa ottaa huomioon.

2 Teoreettinen tausta

Opetusvideoista on tullut tärkeä osa korkeakoulutusta (Brame, 2016). Opetusvideoita on hyödynnetty oppimateriaalina käänteisessä oppimisessä ja verkkokursseilla. Opetusvideoiden käyttö opetuksessa tehostuu, kun videoiden tekijät kiinnittävät huomiota erityisesti seuraaviin asioihin: kuinka hallita videoiden kognitiivista kuormaa, kuinka maksimoida opiskelijan sitoutuminen videon käyttöön ja kuinka kannustaa ja tuoda esille aktiivista oppimista videoiden välityksellä. Tässä luvussa tarkastellaan, millaisia elementtejä tutkimusten mukaan löytyy opetusvideoista, jotka tukevat ja saavat aikaan oppimista.

2.1 Kognitiivinen kuorma

Kognitiiviseen kuormaan (de Jong, 2010) liittyvä tutkimus on saanut keskeisen roolin kasvatustieteellisessä tutkimuskirjallisuudessa. Kognitiivinen kuorma perustuu työmuistin kognitiivisen kapasiteetin rajallisuuteen. Jos opetettava asia vaatii liikaa kognitiivista kapasiteettia, oppiminen vaikeutuu. Opetusta suunniteltaessa tulisi optimoida työmuistin kapasiteetin käyttö ja välttää tämän ylikuormittumista.

2.1.1 Kognitiivisen kuorman teoria ja työmuisti

Ihmisen muistin toiminta voidaan jakaa pitkäkestoiseen- ja lyhytkestoiseen muistiin (de Jong, 2010). Pitkäkestoinen muisti on muistin osa, johon tallentuu suuria määriä tietoa pysyvästi. Lyhytkestoinen muisti on muistijärjestelmä, jossa pieniä määriä tietoa säilötään lyhytkestoisesti. Lyhytkestoista muistia kutsutaan työmuistiksi. Työmuisti vastaa tiedon käsittelystä ja auttaa kytkemään opittuja asioita jo aiemmin opittuun (Lonka, 2020). Työmuistin kapasiteetin merkityksellisyys kognitiivisissa toiminnoissa on tärkeä huomioida. Tutkimuksissa on havaittu, että työmuistin suorituskyky korreloi kognitiivisten kykyjen ja oppimistulosten kanssa. Opetustilanteessa tuleekin miettiä, miten työmuistin kuormaa voitaisiin vähentää.

On tärkeää saada oppija keskittymään vain yhteen monimutkaiseen asiaan kerrallaan, jotta oppimistilanteesta saadaan kaikki hyöty irti.

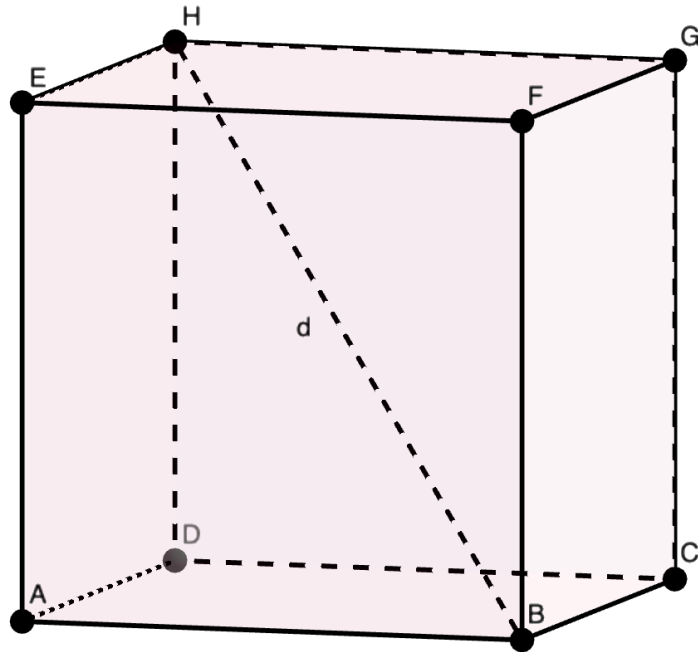
Yksinkertaistettuna kognitiivisen kuorman teoria väittää, että oppiminen vaikeutuu, kun työmuistin kapasiteetti ylitetään (de Jong, 2010). Kognitiivisen kuorman teoriassa on kolme erilaista kognitiivisen kuorman muotoa: sisäinen, ulkoinen ja oppimiseen kuuluva kognitiivinen kuorma, joka sopivissa määrin edesauttaa oppimista. Erityyppiset kognitiiviset kuormat voivat siis vaikuttaa oppimiseen positiivisesti tai negatiivisesti.

Sisäinen kognitiivinen kuorma liittyy opittavan asian luontaisiin ominaisuuksiin. Toisin sanoen, mitä vaikeampi opittava asia on, sitä suurempi sisäinen kognitiivinen kuormitus on. Ulkoinen kognitiivinen kuorma aiheutuu opittavan sisällön esittämiseen liittyvistä materiaaleista. Ulkoista kognitiivista kuormaa ja tätä myötä kognitiivista kuormaa voidaan siis keventää selkeillä oppimismateriaaleilla. Oppimisprosessiin kuuluva kognitiivinen kuormitus tarkoittaa oppimisprosessin aiheuttamaa kuormitusta. Oppimisprosessi itsessäänkin aiheuttaa kuormitusta, sillä tämä voi vaatia paljon keskittymistä ja ajattelua. Asian pohtiminen, vertaileminen ja esimerkiksi muistiinpanot ovat oppimistekoja, jotka liittyvät oppimisprosessiin, ja täten voivat edesauttaa oppimista kuormittamalla oppijaa kognitiivisesti.

2.1.2 Sisäinen kognitiivinen kuorma

Sisäinen kognitiivinen kuorma liittyy opittavan asian vaikeuteen (de Jong, 2010). Kun opittavassa asiassa on suuri määrä toistensa kanssa vuorovaikutuksessa olevia elementtejä niin opittava asia on vaikeampi kuin jos elementtejä on pienempi määrä. Etenkin jos elementit eivät ole vuorovaikutuksessa, opittava asia vaikeutuu. Jos opittava asia koostuu yksittäisistä, yksinkertaisista elementeistä, jotka voidaan oppia erikseen, on kyse vähäisestä vuorovaikutteisuudesta elementtien välillä. Jos opittava asia on korkeasti vuorovaikutteista, tiedon yhdistely ja ymmärrys saattaa jäädä vähemmälle.

Tarkastellaan esimerkiksi seuraavaa kuution avaruuslävistäjää:



Kuva 1 – Avaruuslävistäjä

Avaruuslävistäjän d pituuden laskemiseksi on osattava yhdistellä erilaisia vuorovaikuttavia elementtejä. Ensin tulee ymmärtää neliön lävistäjän pituuden laskeminen. Tähän tulee myös osata hyödyntää Pythagoraan lausetta. Avaruudellisesti tulee hahmottaa, että myös pisteiden B ja D välille syntyy jana, joka on kohtisuorassa janan DH kanssa. Näiden välille syntyy siis suora kulma, jolloin lävistäjän d pituuden laskemiseen pystyy käyttämään Pythagoraan lausetta.

Korkean vuorovaikutteisuuden sisällön oppiminen kuluttaa enemmän käytettävissä olevia kognitiivisia resursseja (de Jong, 2010). Sisäinen kuormittavuus ei perustu pelkästään opittavan asian vaikeuteen objektiivisesti. Sisäiseen kuormittavuuteen liittyy myös oppijan aiempi tieto, jota voidaan yhdistellä opittavaan asiaan. Sisäinen kuormitus voidaan ymmärtää oppijan kokemana vaikeutena. Eli oppija voi kokea opittavan asian vaikeaksi. Edellä lähtökohtana on siis opittavien elementtien määrästä sekä näiden vuorovaikutuksesta. Tätä tukee myös aiemmin opittu. Kognitiiviseen kuormaan vaikuttaa myös yksittäisten elementtien ymmärtämisen vaikeus.

Sisäisen kuormituksen hallintaan on ehdotettu kahta eri lähestymistapaa (de Jong, 2010). Toisessa opetellaan ensin erikseen opittavat elementit, jonka

jälkeen elementtien väliset yhteydet. Toinen tapa vähentää sisäistä kognitiivista kuormaa on näyttää opittavasta asiasta ensin kokonaiskuva, jossa näkyy elementtien väliset yhteydet. Tämän jälkeen aletaan syventämään ymmärrystä kyseisistä elementeistä.

2.1.3 Ulkoinen kognitiivinen kuorma

Ulkoinen kognitiivinen kuorma on kuormitusta, joka johtuu oppimateriaalista, joka ei suoraan auta oppimisessa eli on osittain ylimääräistä opittavan avainasian ympärillä (de Jong, 2010). Koska ulkoinen kuormittavuus johtuu materiaalista, sitä voidaan vähentää suunnittelemalla materiaali siten, että kuormittavuus vähenee. Tämä pätee myös opetusvideoiden suunnitteluun.

Ulkoisen kognitiivisen kuorman yhdeksi syyksi on havaittu jaetun huomion vaikutus (engl. split-attention), joka tarkoittaa, että useita opittavan asian vuorovaikutuksessa olevia elementtejä esitetään erillisesti, jolloin huomio jakautuu useampaan asiaan (de Jong, 2010). Tällöin oppijan tulee pitää elementtiä työmuistissaan samalla, kun hakee tietoa toisesta elementistä ja tämän jälkeen yhdistää tieto. Tätä voidaan ehkäistä esittämällä vuorovaikutuksessa olevat asiat samanaikaisesti, jolloin kuormitus vähenee. Esimerkiksi tiedon eheyden turvaamisessa käytetty Hamming-koodi algoritmi voidaan esittää vuokaaviona, kuten kuvassa (Kuva 2 - Vuokaavio). Tällöin algoritmin vuorovaikutteiset elementit eli eri vaiheet ovat helposti nähtävissä kerralla, eikä osissa.

Toisena ulkoisen kognitiivisen kuorman syynä on ratkaisumallittomuus ongelmanratkaisussa (de Jong, 2010). Oppijan tulee siis ratkaista ongelma, josta hänellä ei ole valmista ratkaisumallia. Esimerkiksi toisen asteen yhtälön ratkaisemiseen on olemassa ratkaisumalli, joka vähentää ulkoista kognitiivista kuormaa. Kun oppijalla on tiedossa, miten ongelma ratkeaa, ei hänen tarvitse selvittää, miten ongelma ratkaistaan. Avoimissa ongelmissa oppija voi käyttää keino-päämäärä-analyysia, joka on tehokas tapa ongelmien ratkaisemiseen. Se kuitenkin vaatii, että oppijan on pidettävä useita eri elementtejä työmuistissaan. Näitä elementtejä ovat esimerkiksi ratkaisuun liittyvä lähtötilanne ja välivaiheet. Ongelmanratkaisusta aiheutuvaa kuormittavuutta voidaankin vähentää jakamalla

ongelma osiin, osittaisongelmiksi. Täten ongelma on helpommin lähestyttävä sekä ei kuluta työmuistia ja näin ollen aiheuta kognitiivista kuormaa.

Kolmas ulkoisen kuormittavuuden lähde syntyy, kun opetusmateriaalissa vaikutetaan vain yhteen työmuistin alijärjestelmään. Enemmän työmuistin kapasiteettia saadaan käyttöön, kun hyödynnetään asian esittelyssä työmuistin näkö- ja kuulohavaintoihin perustuvaa materiaalia. Onkin siis tärkeää aktivoida työmuistia laajalti opetusmateriaaleissa ja hyödyntää erilaisia aisteja aktivoivia materiaaleja.

Neljäs tarpeettoman ulkoisen kognitiivisen kuorman lähde syntyy, kun tietoa joudutaan hakea useista eri lähteistä. On raskasta, kun opiskelija joutuu sovittamaan yhteen tietoa useista eri lähteistä. Tämän välttääkseen oppijan tulisi löytää tarvittava tieto asian oppimiseksi samasta materiaalista. Tiedonhaku on kuitenkin myös osa oppimisprosessia. On hyvä vertailla useampia konsepteja ja lähteitä ja koostaa tietoa näistä. Tämä edistää oppimista ja oppimisprosessia.

Ulkoista kuormaa ei voida täysin poistaa. Aina ei ole mahdollista esittää esimerkiksi kaaviota ja selitystä vieretysten. Opetusvideoillakin näyttötila on rajallinen, jolloin jokainen välivaihe ei aina mahdu näkyville. Videota voidaan kuitenkin myös kelata taaksepäin, jos jokin kohta videosta ei oppijalle ensimmäisellä katselukerralla auennut.

2.1.4 Oppimisprosessiin kuuluva kognitiivinen kuorma

Oppimisprosessiin kuuluva kognitiivinen kuorma tarkoittaa oppimisprosessien aiheuttamaa kuormitusta ja on olennainen osa itse oppimisprosessia (de Jong, 2010). Kuorma syntyy siitä kognitiivisesta toiminnasta, jota tarvitaan halutun oppimistuloksen saavuttamiseksi (Brame, 2016). Esimerkiksi oppijan täytyy tehdä vertailuja, analysoida ja kyetä selvittämään vaiheet, joita tarvitaan opittavan asian ymmärtämiseksi. Tämäntapainen kognitiivinen kuorma siis liittyy aktiviteetteihin, joita tarvitaan, että oppija voi yhdistää uuden opeteltavan tiedon muuhun opittuun.

Kognitiivisen kuormitusteorian mukaan oppimisen päätavoite on skeemojen rakentaminen ja myöhemmin skeemojen aktivointi (de Jong, 2010). Skeemojen

rakentamiseen tarvitaan erilaisia prosesseja. Näitä ovat esimerkiksi tiedon tulkinta, luokittelu, erottaminen ja järjestäminen, johtopäätösten tekeminen sekä itsenäinen esimerkkien muodostaminen. Näiden prosessien aiheuttamaa positiivista kuormaa kutsutaan myös kognitiiviseksi kuormaksi. Opetuksen suunnittelussa on pyrittävä kannustamaan ja ohjaamaan opiskelijoita pyrkimään skeemojen rakentamiseen ja niiden automatisointiin ja siten lisäämään kognitiivista kuormaa. Tällaista kognitiivista kuormaa pidetään siis hyödyllisenä oppimisen kannalta. Kuitenkin mikäli kognitiivista kuormaa on liikaa ja se kuluttaa liikaa työmuistin kapasiteettia, voi se ylittää oppijan työmuistin rajat. Oppijan työmuisti ei siis välttämättä riitä, jolloin positiivisesta kognitiivisesta kuormasta voikin tulla ulkoista kognitiivista kuormaa ja oppimista hidastava tekijä.

2.1.5 Kognitiivinen kuorma opetuksessa

Opetusmateriaalien luonnissa on otettava huomioon näistä mahdollisesti aiheutuva ulkoinen kognitiivinen kuorma. Ihmisen sensorinen muisti kerää ympäristöstä tietoja, kuten esimerkiksi kuulo- ja näköhavaintoja, joista vaan osa valikoituu rajalliseen työmuistiimme (Coltheart, 1980). Materiaalien tekijöillä onkin mahdollisuus vaikuttaa siihen, mitä tietoja työmuistiin valikoituu.

Opettajan tulee siis huomioida, mitä tietoja halutaan valikoituvan työmuistiin ja tämän myötä myös pysyvään muistiin (Brame, 2016). Tähän voidaan vaikuttaa kiinnittämällä huomio juuri niihin seikkoihin, joiden oppimista opetusmateriaalissa halutaan painottaa. Videoiden käytössä oppimateriaalina tulee siis keskittyä oleellisten asioiden painotukseen. Tietojen erittelyn tulee olla selkeää. Ylimääräistä tietoa tulee välttää, jottei opiskelija takerru ylimääräiseen tietoon, joka ei ole aiheen kannalta niin tärkeää. Videoissa on hyvä käyttää erilaisia visuaalisia elementtejä ja havainnollistavia ääniefektejä tietojen täydentämiseksi.

2.2 Aktiivinen oppiminen opetusvideoilla

Aktiivisen oppimisen pääperiaatteena on saada opiskelijat aktiivisesti osallistumaan omaan oppimisprosessiinsa ja motivoitua oppimaan. On näyttöä siitä, että aktiivinen oppiminen luokkahuoneessa johtaa parempiin oppimistuloksiin (Brame, 2016). Aktiivisen oppimisen toteutus saattaakin itseopiskelukursseilla olla haasteellisempaa. Opetusvideoista oppimisen tehostaminen edellyttää, että opiskelijat aktiivisesti rakentavat skeemoja ja kyseenalaistavat oppimaansa. Opetusvideoita katsoessa onkin tärkeää muuntaa passiivinen oppiminen videoilta katsottaessa aktiiviseksi oppimiseksi.

On tutkittu keinoja, joilla opetusvideoilta oppimista voidaan aktivoida (Brame, 2016). Nykyteknologia antaa mahdollisuuden videoihin upotettuihin interaktiivisiin kysymyksiin. Nämä aktivoivat oppijaa kesken videon ja kasvattavat kognitiivista kuormaa, joka edesauttaa oppimista. Tähän tutkielmaan liittyvillä videoilla interaktiiviset kysymykset oli toteutettu niin, että heti videoiden katsomisen jälkeen opiskelijat pääsivät vastaamaan tähän videoon liittyviin tehtäviin. Tehtävät olivat nopeita, aktivoivia tehtäviä mielenkiinnon ylläpitämiseksi ja opetuksen aktivoimiseksi. Lisäksi videota tulisi voida kelata taaksepäin ja katsoa halutessaan uudelleen (Brame, 2016). Pidempään videoon olisi hyvä myös merkitä esimerkiksi luvut, jotta opiskelija pystyy helposti katsoa tietystä kohdasta videon uudelleen.

Ohjaavilla kysymyksillä on myös todettu olevan parantava vaikutus oppimiseen opetusvideoilta. Tämä myös edistää aktiivista oppimista. Ohjaavat kysymykset videoilla lisäävät positiivista kognitiivista kuormaa, jolla voi täten olla positiivisia vaikutuksia oppimiseen. Lisäksi näiden avulla voidaan vähentää ylimääräistä kuormaa viemällä huomio pois epäolennaisista asioista.

2.3 Videoiden käyttäminen opetuksessa

Opetusvideot ovat yleistyneet opetusmateriaaleina ja todettu myös hyödylliseksi oppimateriaaliksi (Brame, 2016). Toimivat opetusvideot ovat antaneet hyviä

oppimistuloksia, jonka vuoksi niitä onkin integroitu osaksi korkeakoulujen kursseja ja sisällytetty myös toisen asteen sähköisiin oppimateriaaleihin. Videoiden toimivuuteen opetusmateriaalina kuitenkin vaikuttaa paljon erilaisia asioita. Opetusvideot tulee suunnitella huolellisesti ennen toteutusta. Suunnittelussa tulee kiinnittää huomiota esimerkiksi videon pituuteen, visuaalisuuteen, välivaiheisiin ja häiriötekijöitä aiheuttaviin tekijöihin.

Opetusvideot tulisi pitää lyhyinä ja tiivinä. Bramen (2016) mukaan optimaalinen pituus videolle on alle 6 minuuttia. Videoita voi tehdä useampia, mutta opiskelijoiden mielenkiinto pysyy helpommin yllä, jos videot ovat lyhyitä ja useammassa osassa. Tämä voi vähentää mielen harhailemista muihin asioihin kesken videon. Myös puhenopeuteen tulee kiinnittää huomiota. NykYTEknologia kuitenkin mahdollistaa videoiden katsomisen nopeutettuna, joka korjaa myös jonkun verran puhenopeuksista syntyvää ongelmaa.

2.3.1 Opetusvideoiden kognitiivinen kuormitus

Opetusvideoissa voi olla elementtejä, jotka aiheuttavat kognitiivista kuormitusta, niin positiivista kuin negatiivistakin (Brame, 2016). Videoissa kannattaa keskittää opiskelijan huomio tärkeimpiin asioihin. Tätä voi edesauttaa erilaisilla visuaalisilla elementeillä, kuten alleviivauksella ja eri värien käytöllä. Tiedon tulee olla järjestelmällisesti koottua ja väreillä voi olla jokin tietty merkitys, jotta opiskelijan on helpompi yhdistellä oppimaansa. Tällä voidaan vähentää negatiivista kognitiivista kuormitusta ja parantaa kognitiivisen kuormituksen positiivisia vaikutuksia.

Opetusvideoista on tärkeää jättää pois häiriötekijät, jotka voivat aiheuttaa negatiivista kognitiivista kuormitusta (Brame, 2016). Monimutkaiset taustat tai taustamusiikki voivat olla häiriötekijöitä, jotka herpaannuttavat ajatukset olennaisesta. Videoita on hyvä täydentää erilaisilla visuaalisilla elementeillä, kuten piirroksilla tai ääniefekteillä, kuitenkin niin, etteivät nämä ylikuormita oppijaa. Videoissa on siis hyvä olla järjestelmällisyyttä, jotta sitä olisi helpompi seurata

2.4 Saavutettavuus

Saavutettavuudella tarkoitetaan verkkopalvelun helppoa lähestyttävyyttä kaikille. Verkkopalvelua tulisi olla mahdollista käyttää mahdollisimman monen. Saavutettavuudella pyritään edistämään tasa-arvoa ja yhdenvertaisuutta. On tärkeää suunnitella verkkopalvelut ottaen huomioon niiden saavutettavuus ja ihmisten erilaisuus. Saavutettavuusdirektiivi (Euroopan unioni, 2016) on lainsäädäntö, joka vaatii viranomaisia tekemään verkkopalvelut saavutettaviksi. Digitaalisten palveluiden kehittyessä ja yleistyessä on olennaista parantaa näiden saavutettavuutta. Olemme epätasa-arvoisessa asemassa digitaalisten palveluiden saavutettavuudessa.

2.4.1 Saavutettavuuden huomiointi opetusvideoissa

Myös opetusvideot ovat verkkopalveluita. Näitä tehdessä on huomioitava saavutettavuus ja tätä myötä yhdenvertaisuus. Opetusvideoissa saavutettavuutta voidaan lisätä tekstityksellä. Lainsäädännön mukaisesti julkiseen käyttöön tulevissa videoissa on huomioitava saavutettavuus. Saavutettavuutta videoissa voidaan lisätä myös esimerkiksi huomioimalla värien käyttöä.

Tekstitys parantaa videoiden saavutettavuutta. Tällöin puhetta ei ole pakko kuulla, vaan voi ymmärtää videon sanoman puheen puuttuessakin. Nyky-yhteiskunnassa monikulttuurisuus on suuressa roolissa, joten myös tekstityksen kieli tulee ottaa huomioon. Video olisi tietysti saavutettavampi, mitä useammalla kielellä tekstityksen saisi. Tämän tutkielman opetusvideot on suunnattu suomenkieliselle kurssitoteutukselle. Saavutettavuuden vuoksi on kuitenkin hyvä, että videoiden tekstitys on englanniksi. Vaikka kurssitoteutus olisi suomeksi, kurssille varmasti osallistuu myös henkilöitä, jotka eivät äidinkielenään puhu suomea.

Värien käyttöä tulisi myös pohtia opetusvideoita tehdessä. Värien käytön tavoitteena tulee olla ymmärrettävyyden lisääminen sekä visuaalinen tuki oppimiseen. Esimerkiksi erilaiset värisokeudet voivat estää erilaisten värien hahmottamisen. Onkin tärkeää, ettei videota tehdessä oletta, että kaikki tunnistavat värin, mistä puhutaan. Värien kontrastisuhteiden tulee olla minimissään 4,5:1 (W3C, 2018).

Isokokoisessa tekstissä kontrastisuhteeksi riittää 3:1, sillä suurempi teksti on myös helpommin erotettavissa. Suurempi kontrastisuhte tekee väristä erottuvamman, jolloin myös tekstin lukeminen helpottuu. Kontrastisuhteiden testaamista varten on verkossa saatavilla ilmaisia työkaluja.

2.5 Algoritmit osana opetussuunnitelmaa

Jo peruskoulussa (Opetushallitus, 2014) laaja-alaisen osaamisen tavoite *Tieto- ja viestintäteknologinen osaaminen* (L5) määrittelee sen, että jokaisella oppilaalla on oltava samantyyppiset valmiudet tieto- ja viestintäteknologian osaamisen kehittämiseen. Tämä on tärkeää, sillä toiselle asteelle siirryttäessä myös tieto- ja viestintäteknologiaosaaminen korostuu. Peruskoulun matematiikan päättöarvioinnin kriteereissä tavoite *Ohjata oppilasta kehittämään algoritmista ajatteluaan ja taitojaan soveltaa matematiikkaa ja ohjelmointia ongelmien ratkaisemiseen* (T20) (Opetushallitus, 2020) puoltaa hyvin sitä, että jo peruskoulussa on tärkeää kehittää oppilaiden algoritmista ajattelua. Ohjelmointi on jo osana peruskoulun opetussuunnitelmaa, joten onkin luonnollista, että sitä tuodaan lisää myös lukioon. Lukiossa algoritmeihin voidaan syventyä ja opetella ymmärtämään uusia algoritmeja, kuten esimerkiksi Hamming-koodia, josta tämän tutkielman opetusvideot on tehty.

2.5.1 MAA11 – Algoritmit ja lukuteoria

Uudistuneen lukion opetussuunnitelman (Opetushallitus, 2019) myötä MAA11-moduuli on muuttunut muotoon *Algoritmit ja lukuteoria*. Moduulin keskeisimpiin sisältöihin kuuluu algoritmista ajattelun vahvistaminen ja tämän peruskäsitteet. Moduulin tavoitteena on, että opiskelija tietää, mikä algoritmi on ja oppii tutkimaan, kuinka nämä toimivat.

Algoritmit ovat ohjeita. Myös esimerkiksi reseptit ovat algoritmeja. Näissäkin seurataan tiettyä ohjetta. Juuri 11 digikirjassa (Hähkiöniemi, M., Juhala, S., Juutinen, P., Laitinen, A., Luoma-aho, E., Raittila, T. & Tikka, T., 2021) algoritmeihin

perehdytään vuokaavioiden kautta. Vuokaaviot ovat diagrammeja, jotka esittävät algoritmin toiminnallisuuden vaihe vaiheelta. Näiden avulla voidaan myös havainnollistaa algoritmillisen ajattelun kannalta merkittäviä toisto- ja ehtorakenteita. Ennen algoritmien ohjelmallista toteutusta, perehdytään näiden toiminnallisuuksiin. Kun algoritmit osaa piirtää vuokaavioina, ohjelmallinen toteutus helpottuu. Algoritmin logiikka onkin hyvä saada pohdittua jo ennen ohjelman toteutusta ohjelmointikielellä.

Hamming-koodi sopisikin laajentavana materiaalina MAA11 -kurssille, sillä sen ymmärrys ja käyttö tukee algoritmillista ajattelua. MAA11 -kurssilla esitellään ja opetellaan eri algoritmien toimintaa ja käyttöä. Hamming-koodin voisi siis hyvin sisällyttää kurssin tehtäviin. Parhaimmillaan Hamming-koodin opetus toimisi juuri opetuksen ja tehtävien kautta, jolloin myös opiskelijalla on mahdollisuus päästä osissa harjoittamaan oppimaansa. Opetusvideoita voisi helposti integroida lukion sähköiseen oppimateriaaliin, jolloin opiskelijoilla olisi mahdollisuus esimerkiksi katsoa videot useampaan otteeseen juuri niin monesti kuin on tarvetta. Opetusvideot vastaavatkin tältä osin hyvin opiskelijan tarpeisiin, sillä ne ovat saatavilla aina.

2.6 Hamming-koodi

Hamming-koodi on Richard Hammingin mukaan nimetty virheenkorjausalgoritmi (Helsingin yliopisto, 2022). Algoritmi toimii siten, että datan sekaan sijoitellaan pariteettibittejä, jotka huolehtivat tiedon eheydestä (Hamming, 1950). Jokaisella pariteettibitillä on oma suojausalueensa, jonka yksinkertainen algoritmi määrittelee. Pariteettibittien suojausalueelle kuuluvaa bittijoukkoa kutsutaan pariteettijoukoksi. Kyseisen pariteettijoukon pariteettibitin arvo määritellään muiden joukkoon kuuluvien bittien arvojen perusteella niin, että pariteettijoukko noudattaa parillista pariteettia.

Hamming-koodi on algoritmi, jonka opettaminen ja ymmärrys tukee opiskelijan algoritmillista ajattelua. Opiskelija kehittää oppiessaan algoritmien toiminnan ymmärrystä, sekä oppii itse toteuttamaan ja käyttämään algoritmia. Ohjelmoinnissa

onkin tärkeää, että algoritmi ymmärretään ajatuksen tasolla, jotta sen voi toteuttaa ohjelmoimalla.

2.6.1 Matemaattinen havainnollistaminen ja analyysi

Tässä kappaleessa havainnollistetaan matemaattisesti eri määritelmien ja esimerkkien avulla Hamming-koodin toimintaa.

Määritelmä. Bittitason AND -operaatio määritellään seuraavasti (Stallings, 2022). Olkoon a ja b ei-negatiivisia kokonaislukuja, joiden binääriesitykset ovat

$a = a_n a_{n-1} \dots a_1$ ja $b = b_n b_{n-1} \dots b_1$, jossa $a_i, b_i \in \mathbb{Z}_2$ kaikilla $i \in 1, 2, \dots, n$.

Tällöin $a \text{ AND } b = (a_n \text{ AND } b_n)(a_{n-1} \text{ AND } b_{n-1}) \dots (a_1 \text{ AND } b_1)$.

Taulukko 1 - AND-operaatio

A	B	A AND B
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Tarkastellaan Hamming-koodin matemaattista taustaa pohjautuen Richard Hammingin teokseen *Coding and Information Theory* (1980) sekä Steven Romanin teokseen *Introduction to Coding and Information Theory* (1997).

Määritelmä. (Roman, 1997, s.183) Binäärimerkkijonolla on *parillinen pariteetti*, jos sen *paino* on parillinen. Binäärimerkkijonon x paino $w(x)$ on sanan x ykkösten määrä (Roman, 1997, s.125).

Binäärimerkkijonon pariteetin parillisuus voidaan laskea seuraavasti.

Olkoon $x \in \mathbb{Z}_2^n$ ja merkitään $x = x_n x_{n-1} \dots x_1$, missä $x_i \in \mathbb{Z}_2$, $i \in 1, 2, \dots, n$.

Oletetaan, että $w(x)$ on parillinen. Tällöin

$$\sum_{i=1}^n x_i$$

on parillinen.

Lisäksi havaitaan, että

$$\sum_{i=1}^n x_i \bmod 2 = 0$$

Oletetaan, että $w(y)$, $y \in \mathbb{Z}_2^n$, on pariton. Tällöin

$$\sum_{i=1}^n y_i$$

on pariton.

Lisäksi havaitaan, että

$$\sum_{i=1}^n y_i \bmod 2 = 1$$

Määritelmä. (Roman, 1997, s. 34) Olkoon $A = \{a_1, a_2, \dots, a_r\}$ äärellinen joukko, jota kutsutaan koodiaakkostoksi. Koodi yli joukon A on joukon A^n osajoukko C . Joukon A^n alkioita ovat aakkoston A n -pituisia merkkijonoja. Joukon C alkioita kutsutaan *koodisanoiksi*.

Hamming-koodissa koodiaakkostona on joukko \mathbb{Z}_2 .

Määritellään siis Hamming-koodin koodisanojen joukko $C \subset \mathbb{Z}_2^n$ seuraavasti.

Koodisana $c = c_n c_{n-1} \dots c_1 \in C$, täsmälleen silloin, kun seuraavat ehdot toteutuvat:

(i)

$$c_i = \sum_{j=1, j \neq i}^n c_j \pmod{2}, \text{ kun } j \text{ AND } i = i.$$

(ii)

$$i = 2^k, \quad k \geq 0, k \in \mathbb{Z} \text{ ja } 2^k \leq n.$$

Tässä AND -operaatio on yllä selitetty bittitaso AND. Komponentteja c_i kutsutaan *pariteettibiteiksi*. Niiden bittien c_j joukkoa, joille pätee $j \text{ AND } i = i$, kutsutaan *pariteettibitin c_i pariteettijoukoksi*. Huomioidaan, että pariteettijoukkoon kuuluu myös kyseisen joukon pariteettibitti c_i itse.

Toisin sanoen pariteettibitin c_i arvo on määritelty siten, että pariteettijoukkoon kuuluvien bittien summa modulo 2 tulee olla nolla. Tämä on yhtäpitävää sen kanssa, että pariteettijoukon bittien pariteetti on parillinen.

Esimerkki. Tarkastellaan binääriesityksen $c_9, c_8, c_7, c_6, c_5, c_4, c_3, c_2, c_1$ pariteettijoukkoja. Indeksien binääriesitykset ovat seuraavat:

$$1 = 0001$$

$$2 = 0010$$

$$3 = 0011$$

$$4 = 0100$$

$$5 = 0101$$

$$6 = 0110$$

$$7 = 0111$$

$$8 = 1000$$

$$9 = 1001$$

Tässä pariteettibittejä ovat bitit c_1, c_2, c_4 ja c_8 .

Pariteettibitin c_1 pariteettijoukkoon kuuluu kaikki ne bitit, joiden indeksin binääriesityksessä on indeksin 1 kohdalla arvo 1. Joukkoon kuuluvat siis indeksit

0001, 0011, 0101, 0111 ja 1001 eli bitit c_1, c_3, c_5, c_7 ja c_9 . Tämä on yhtäpitävää sen kanssa, että pariteettibitin c_1 joukkoon kuuluvat ne bitit c_j , joille pätee $j \text{ AND } 1 = 1$.

Pariteettibitin c_2 pariteettijoukkoon kuuluu puolestaan kaikki ne bitit, joiden indeksin binääriesityksessä on indeksin 2 kohdalla arvo 1. Joukkoon kuuluvat siis indeksit 0010, 0011, 0110 ja 0111 eli bitit c_2, c_3, c_6 ja c_7 . Tämä vastaavasti on yhtäpitävää sen kanssa, että pariteettibitin c_2 joukkoon kuuluvat ne bitit c_j , joille pätee $j \text{ AND } 2 = 2$.

Muiden pariteettibittien osalta toimittaisiin vastaavasti.

Tarkastellaan seuraavaksi, miten pariteettijoukkojen pariteetti voidaan selvittää pistetulon avulla.

Olkoon $x = x_n x_{n-1} \dots x_1 \in \mathbb{Z}_2^n$. Tulkitaan x vektoriksi $(x_n, x_{n-1}, \dots, x_1)$, missä $x_i \in \mathbb{Z}_2$.

Osoitetaan seuraavaksi, että vektorin x , $x \in \mathbb{Z}_2^n$ pistetulo ykkösvektorin kanssa modulo 2 ilmaisee vektorin x pariteetin.

Vektoria $I = (1, 1, \dots, 1)$ kutsutaan ykkösvektoriksi.

Nyt

$$\begin{aligned} I \cdot x \text{ mod } 2 &= (1, 1, \dots, 1) \cdot (x_n, x_{n-1}, \dots, x_1) \text{ mod } 2 \\ &= 1 \cdot x_n + 1 \cdot x_{n-1} + \dots + 1 \cdot x_1 \text{ mod } 2 \\ &= \sum_{i=1}^n x_i \text{ mod } 2 = w(x) \text{ mod } 2 \end{aligned}$$

Lisäksi pistetulon vaihdannaisuudesta seuraa, että $I \cdot x = x \cdot I$, joten vektorin x pistetulo ykkösvektorin kanssa modulo 2 ilmaisee vektorin x pariteetin.

Tarkastellaan seuraavaksi vektoreita $a = (a_n, a_{n-1}, \dots, a_1)$ ja $b = (b_n, b_{n-1}, \dots, b_1)$. Vektoreiden pistetulon ominaisuuksista seuraa, että mikäli vektorissa a jokin komponentti $a_k = 0$, niin pistetuloa $a \cdot b$

$$\begin{aligned} &= (a_n, \dots, a_k, \dots, a_1) \cdot (b_n, \dots, b_k, \dots, b_1) \\ &= (a_n b_n, \dots, 0 \cdot b_k, \dots, a_1 b_1) \end{aligned}$$

laskettaessa sivuutetaan tulon nollasäännön nojalla kyseisten komponenttien kerto- ja yhteenlasku.

Esimerkki. Olkoon $b = (b_7, b_6, b_5, \dots, b_1) = (1, 0, 1, 1, 0, 1, 1)$. Halutaan selvittää, onko komponenttien b_7, b_6, b_5 ja b_4 muodostaman bittijoukon pariteetti parillinen. Valitaan täten vektori $a = (1, 1, 1, 1, 0, 0, 0)$. Tällöin

$$\begin{aligned} a \cdot b &= 1 \cdot 1 + 1 \cdot 0 + 1 \cdot 1 + 1 \cdot 1 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 1 + 0 \cdot 1 \\ &= 1 \pmod{2} \end{aligned}$$

Koska $a \cdot b = 1 \pmod{2}$, bittijoukossa $\{b_7, b_6, b_5, b_4\}$ ei toteudu parillinen pariteetti.

Hamming-koodissa tällaista vektoria a , voidaan kutsua *pariteettivektoriksi*. Pariteettibitin c_i pariteettivektorilla tarkoitan vektoria, jossa komponentti on 1, jos kyseisessä kohdassa oleva bitti kuuluu pariteettibitin c_i joukkoon, muutoin 0. Esimerkissä siis vektori a olisi pariteettibitin c_4 pariteettivektori.

Hamming-koodissa saadaan selvitettyä virheen paikka selvittämällä kunkin pariteettijoukon pariteetti. Kuten yllä on määritelty, koodisanan kunkin pariteettijoukon pariteetti on parillinen. Niinpä jos tiedon muuttumattomuutta tarkistettaessa havaitaan, että pariteettibitin c_i pariteettijoukon pariteetti on pariton, niin virheellinen bitti kuuluu pariteettibitin c_i joukkoon.

Pariteettibitti c_i on määritelty siten, että c_i on summa modulo 2 niistä c_j , joille pätee $j \text{ AND } i = i$.

Muodostetaan koodisanojen joukon kunkin pariteettibitin pariteettivektorit laittamalla komponentin arvoksi 1, jos kyseisessä kohdassa oleva bitti kuuluu kyseisen pariteettibitin pariteettijoukkoon.

Esimerkki. Olkoon $C \subset \mathbb{Z}_2^{10}$. Tällöin pariteettibittien järjestysnumerot ovat 1, 2, 4 ja 8. Määritelmän nojalla pariteettivektorit ovat seuraavat:

$$h_8 = (1,1,1,0,0,0,0,0,0,0)$$

$$h_4 = (0,0,0,1,1,1,1,0,0,0)$$

$$h_2 = (1,0,0,1,1,0,0,1,1,0)$$

$$h_1 = (0,1,0,1,0,1,0,1,0,1)$$

Olkoon $c \in C$ mielivaltainen. Olkoon z vektori, jossa yksi vektorin c komponenteista on kääntynyt. Kääntymisellä tarkoitetaan, että nolla on muuttunut yhdeksi tai toisinpäin. Voisimme laskea pistetulot $h_8 \cdot c$, $h_4 \cdot c$, $h_2 \cdot c$ ja $h_1 \cdot c$. Huomataan, että voimme laskea nämä pistetulot matriisikertolaskulla. Muodostetaan matriisi H :

$$H = \begin{bmatrix} h_8 \\ h_4 \\ h_2 \\ h_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Nyt saamme kaikki pistetulot laskemalla $H z^T$ ja siten selville, minkä pariteettibittien joukossa kääntynyt bitti sijaitsee. Huomataan kuitenkin, että $z = c + e \pmod{2}$, jossa $e \in \mathbb{Z}_2^n$, tässä esimerkissä $n = 10$. Vektorin e kaikki komponentit yhtä lukuun ottamatta ovat nollia. Komponentti, joka on 1 muista poiketen, on kääntynyt bitti.

Niinpä

$$H z^T = H(c + e)^T = H c^T + H e^T = 0 + H e^T = H e^T$$

$H c^T$ on nollavektori, sillä koodisanajoukon määritelmän mukaan kaikki pariteettijoukot noudattavat parillista pariteettia

Näin ollen vain virheellisen bitin paikka on merkitsevä.

Esimerkiksi, jos virhe on tapahtunut järjestysnumeroltaan bitissä 10, virheelliset pariteettijoukot saadaan matriisikertolaskulla He^T . Koska matriisi H oli muotoa

$$H = \begin{bmatrix} h_8 \\ h_4 \\ h_2 \\ h_1 \end{bmatrix}$$

voidaan saadusta matriisista lukea, mitkä pariteettivektorit ilmaisevat virheen.

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}$$

Tässä esimerkissä virhe olisi siis pariteettivektoreissa h_8 ja h_2 . Pariteettibittijoukon määritelmän nojalla virheellinen bitti löytyy siis järjestysnumeroltaan kohdasta $8 + 2 = 10$.

Tarkemman matemaattisen muotoilun sijasta todetaan, että Hamming-koodi pystyy löytämään yhden virheen sijainnin mistä tahansa muuttuneesta koodisanasta, jossa on yhden bitin virhe.

3 Prosessin kuvailu

Aloitin tutkielman työstämisen videoiden suunnittelulla. Videoiden suunnittelun tukena käytin tutkimuksia opetusvideoista sekä aiempia harjoituksia, koskien videoideni aiheita. Videoiden aiheisiin olin perehtynyt jo omissa opinnoissani sekä opetuksessani yliopistolla. Olin opettanut näitä asioita kyseisellä yliopiston Tietokoneen toiminta -kurssilla etä- ja lähiopetuksena. Videoiden teossa tulee kuitenkin ottaa monia uusia seikkoja huomioon etä- ja lähiopetukseen verrattuna.

Videoiden tueksi kehitin muutaman automaattitarkistettavan tehtävän, jotta opiskelijalla on mahdollisuus testata heti oppimistaan. Tehtävät myös tukivat jo videoilla opittua asiaa ja aktivoivat oppijaa. Automaattitarkistettavat tehtävät kertovat heti, onko vastaus oikein. Tämä on mieluisa tapa toteuttaa tehtäviä itseopiskelukurssilla niin opettajan kuin opiskelijankin näkökulmasta.

3.1 Videoiden suunnittelu ja toteutus

Videot toteutettiin Tietokoneen toiminta -kurssin Hamming-koodiin liittyvien osaamistavoitteiden mukaisesti. Tarkoituksena on näyttää opiskelijoille, kuinka Hamming-koodi teoriassa toimii ja miten suojausbittien pariteettijoukot sekä näiden myötä bittien arvot määritellään. Algoritmia ei toteuteta ohjelmointikielellä, vaan painotetaan algoritmin toiminnan ymmärrystä. Jos algoritmin haluaa toteuttaa ohjelmoimalla, on tärkeää ymmärtää sen toiminnallisuudet ennen toteutusta. Myös lukion MAA11 moduulissa (Hähkiöniemi, ym., 2021) painotetaan ensin algoritmilista ymmärrystä ja tämän jälkeen syvennyttään itse ohjelmointiin. Hamming-koodi opetusvideoita ja näihin liittyviä tehtäviä voitaisiinkin integroida kyseisen kurssin oppimateriaaliin laajentavana materiaalina.

Videot on toteutettu niin, ettei katsojalla tarvitse olla ennakkotietoja aiheesta. Tosin Tietokoneen toiminta -kurssilla on ennen tätä aihealuetta käyty läpi binääriluvut, joiden toiminta on hyvä ymmärtää ennen Hamming-koodiin syventymistä. Videoiden esittämisjärjestyksellä on merkitystä, sillä Hamming-koodin toteutukseen tarvitaan tietoa parillisesta pariteetista. Lisäksi virheen korjaamiseen tarvitaan

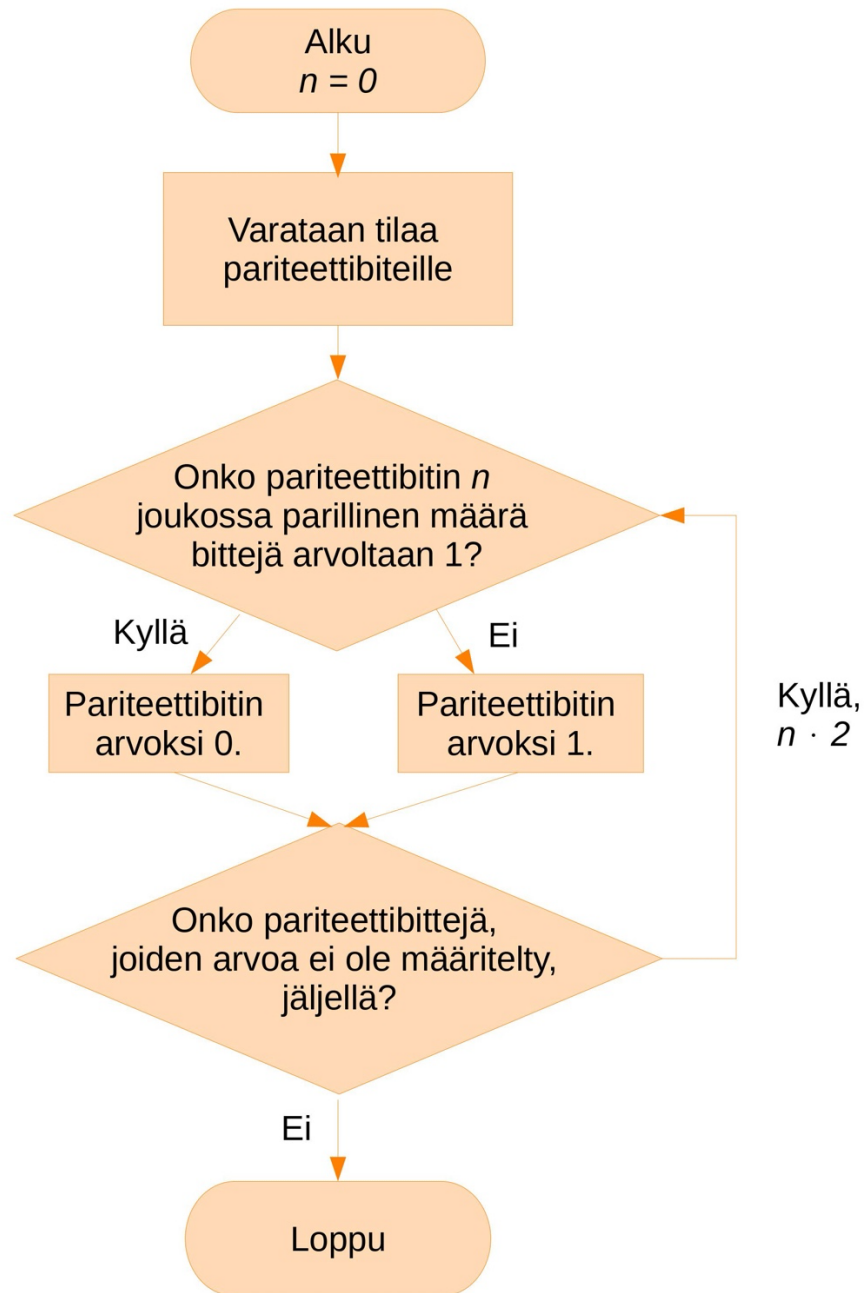
taustatietoa Hamming-koodin toiminnallisuudesta. Videoiden yhteyteen tulee myös videoihin liittyviä tehtäviä, joiden on tarkoitus tukea videolla opeteltua asiaa.

Videot kuvattiin Zoom-ohjelmassa nauhoittamalla. Editoin videoita Applen iMovie -työkalulla, joka on automaattisesti asennettu ja käytössä kaikissa Applen laitteissa. Tällä ohjelmalla pystyi leikata kätevästi videoiden lopusta turhat hiljaisuudet pois ja liittämään videoklippejä yhteen. Pisimmän videon nauhoitin kolmessa eri osassa, jolloin virheiden sattuessa koko työ ei mennyt hukkaan. Tämä oli kätevä, nopea ja ilmainen tapa tuottaa videot.

Videoihin lisättiin editoinnin jälkeen tekstitykset YouTube'n omalla ilmaisella tekstitysohjelmalla. Tekstitykset ovat suomeksi, sillä kyseessä on suomenkielinen kurssi. Nämä olisi toki ollut myös helppo lisätä englanniksi. Tekstitysten myötä videota ei ole pakollista kuulla, vaan videon etenemistä voi seurata myös tekstitysten avulla. YouTube'n tekstitystyökalu oli todella kätevä ja helppokäyttöinen. Videot (liite 1) ovat saatavilla YouTube'ssa linkin saaneille. Linkin saaneet siis pääsevät näitä katsomaan ja kommentoimaan.

3.1.1 Vuokaavio

Vuokaavion avulla havainnollistetaan algoritmin toimintaa. Tämä on suuressa roolissa algoritmillisessa ajattelussa. Moduulissa MAA11 (Hähkiöniemi, ym., 2021) algoritmeja lähestytään juuri vuokaavioiden kautta. Algoritmillinen ajattelu ja ymmärrys korostuu, kun algoritmin toiminnan kuvaa ensin vuokaaviona. Ohjelmoimalla on myös helpompi lähteä rakentamaan ohjelmaa tätä kautta. Hamming-koodi on algoritmi, josta voidaan myös piirtää vuokaavio. Seuraava vuokaavio onkin piirretty moduulin MAA11 ohjeiden mukaisesti.



Kuva 2 - Vuokaavio

Vuokaavio kuvastaa Hamming-koodilla tiedon suojaamista, jolloin suojattavan datan sekaan sijoitellaan dataa suojaavia pariteettibittejä. Näiden arvot määrittävät pariteettibittien suojausalueiden mukaisesti. Algoritmin voi toteuttaa myös ohjelmoimalla, mutta kyseisellä Tietokoneen toiminta -kurssilla Hamming-koodi algoritmin ohjelmallinen toteutus ei kuulu kurssin pakollisiin osaamistavoitteisiin. Algoritmi olisi kuitenkin helppo toteuttaa myös eri ohjelmointikielillä.

3.2 Tehtävien suunnittelu ja toteutus

Tehtävät on suunniteltu tukemaan opetusvideoiden sisältöjä. Oppiminen ja ymmärrys lisääntyvät, kun videoihin liittyvät tehtävät kertaavat videoiden asiaa (2.2). Kuten luvussa 2.2 todettiin, interaktiiviset, oppijaa aktivoivat tehtävät parantavat oppimistuloksia. Tehtävien ei siis tarvitse olla soveltavia, vaan tehtävissä tulisi pärjätä hyvin videoiden avulla. Tämä toimi myös lähtökohtana tehtävien suunnittelussa.

Verkkotehtävissä opettajan kuorma helpottuu, kun vastaukset voi laittaa automaattitarkistettaviksi. Tehtävien teko, suunnittelu, erilaisten vastausten huomiointi ja palautteen lisääminen toki kuormittavat opettajaa hetkellisesti, mutta tehtävien teon jälkeen pystyy samaa tehtäväsarjaa käyttämään myös jatkossa. Tämä myös mahdollistaa sen, että voidaan antaa opiskelijalle suoraan palautetta omasta oppimisesta, joka hyödyttää oppimisprosessia opiskelijan kannalta. Opiskelija ei tällöin joudu odottamaan opettajan antamaa palautetta eikä ole riippuvainen opettajasta.

Tehtävät toteutettiin Moodle-ympäristössä, ja luotiin automaattitarkistettaviksi, jotta opiskelijat näkevät heti, mitkä osatehtävistä on menneet oikein ja mitkä ei. Tämän mahdollistaa Moodlen *SHORTANSWER* -tehtävätyyppi. Moodlella on mahdollista myös antaa välitön palaute opiskelijalle. Tehtävässä 1 (liite 2) halutaan data suojata käyttäen pariteettibittejä, jotka noudattavat parillista pariteettia. Välitön palaute tehtävän lukitsemisen jälkeen on toteutettu Moodle-ympäristössä lisäämällä seuraava koodi tehtävän lähdekoodiin:

```
{1:SHORTANSWER:%100%1#Hyvä! Nyt 1-bittien määrä suojatussa datassa on parillinen.~0#Suojatussa datassa 1-bittien määrän pitää olla parillinen.}
```

Koodissa on siis määritelty niin, että kun kyseiseen tehtävään vastaa 1, saa 100 % osan pisteistä, sillä tämä on oikea vastaus. Tällöin palaute on seuraava ”Hyvä! Nyt 1-bittien määrä suojatussa datassa on parillinen.” Jos tehtävään vastaa 0, palautteenä on seuraava ”Suojatussa datassa 1-bittien määrän pitää olla parillinen.” Palautteen jälkeen tehtävää voi kokeilla uudestaan, jolloin myös virheen

tulisi selvitä, jos palaute on selkeä. Palautteen tulee siis olla itseopiskelukurssilla selkeää ja edesauttavaa, jotta kurssilaisten on mahdollista palautteen avulla päästä eteenpäin.

Oppimisen kannalta on mieluisaa, että tehtäviä saa yrittää useampaan kertaan. Moodle-ympäristössä myös tämä on tehty mahdolliseksi ja tätä hyödynnetään myös tässä tehtäväpaketissa. Etenkin itseopiskelukurssilla on olennaista, että harjoitustehtäviä voi yrittää useampia kertoja ja yrityksistä voi antaa palautetta. Tämä edistää oppimista, sillä ilman palautetta tehtävistä, on vaikea tietää, missä on parannettavaa ja missä onnistui.

Seuraavassa kuvassa nähdään opiskelijanäkymä viimeisestä tehtäväpaketin tehtävästä:

Kysymys 3
Kesken
Kokonaispisteistä 1,00
Merkitse kysymys

Virheen havaitseminen ja korjaaminen Hamming-koodilla

Oletetaan bittien järjestysnumerot oikealta vasemmalle ja parillinen pariteetti. Käsitteellä *suojattu data* tarkoitetaan dataa, jossa on mukana alkuperäiset databitit ja Hamming-koodin pariteettibitit.

Datan vastaanottajalle saapuu Hamming-koodilla suojattu data 1101011101. Vastaanottaja havaitsee tarkistaessaan, että data on muuttunut.

Mitkä pariteettibitit ilmaisivat virheen? Anna vastauksena pariteettibittien järjestysnumerot pilkulla erotettuna pienimmästä suurimpaan: .

Anna vastauksena suojattu data virheen korjauksen jälkeen:

Anna vastauksena korjattu data (eli data, josta on poistettu pariteettibitit):

Lukitsen vastaukseni

Edellinen sivu Seuraava sivu

Kuva 3 - Tehtävä 3 Moodle-ympäristössä

Moodle-ympäristöön luoduissa tehtävissä vastaukset tulee syöttää niille ennalta asetettuihin paikkoihin, jotka näkyvät kuvassa valkoisina vastauskenttinä. Jokaisen vastauskentän koodiin on myös asetettu oikeat vastaukset ja mahdollinen osakohtaan määritelty palaute. Myös Moodle-ympäristössä oikeiden vastausten määrittämisen voisi tinkiä tästäkin tehtävästä pois, mutta silloin tehtävät tulisi pisteyttää käsin eikä ne olisi automaattitarkistettavia.

Vasemmalla näkyy tehtävästä kerätyt pisteet. Tehtäväpisteet päivittyvät sitä mukaa, kun tehtävän kohtiin vastaa oikein. Vastaukset tallentuvat Moodlessa, kun painaa *Lukitsen vastaukseni* -nappia. Tällöin vastaukset myös tallentuvat ja samaan tehtävän pariin voi palata myöhemminkin. Viemällä hiiren vastaustensa päälle, opiskelijalla on mahdollisuus nähdä, onko tehtävän kyseinen kohta mennyt oikein ja mahdollinen tehtävästä annettu palaute.

4 Materiaalin kuvailu

Materiaali koostuu opetusvideoista, näihin liittyvistä automaattitarkistettavista tehtävistä ja kyselystä (liite 1 & 2). Materiaali on toteutettu Moodle-ympäristössä erillisenä tehtäväpakettina. Materiaalin opetusvideot liittyvät tiedon suojaamiseen tietokonejärjestelmissä. Videoissa käytetty suojausalgoritmi on Hamming-koodi, jolla voidaan havaita ja korjata yhden bitin virheet.

Tässä luvussa käyn tarkemmin läpi parilliseen pariteettiin ja Hamming-koodiin liittyvän teorian, joka esitellään myös videoilla. Teoria käydään tässä läpi videota mukailien. Matemaattinen analyysi parilliselle pariteetille sekä Hamming-koodille löytyy tutkielman kohdasta 2.6.1.

4.1 Parillinen pariteetti

Tiedon suojaamiseen voidaan käyttää pariteettibittejä. Pariteettibitit ovat ylimääräisiä bittejä, joiden arvo määrittyy suojattavan alueen bittien, joiden arvo on 1, lukumäärän mukaan. Pariteettibitti voi noudattaa parillista tai paritonta pariteettia. Tässä perehdymme kuitenkin parilliseen pariteettiin, jota hyödynnetään myös jatkossa Hamming-koodissa.

Parillisessa pariteetissa pariteettibitin arvo määritellään 1-bittien parillisuuden mukaan. Halutaan siis, että datassa suojattavalla alueella bittejä, joiden arvo on 1, on parillinen määrä. Pariteettibitin arvo määräytyy parillisuuden mukaan. Jos suojattavassa datassa bittejä, joiden arvo on 1, on pariton määrä, tulee pariteettibitin arvon olla 1, jotta parillisuus toteutuu. Jos taas suojattavassa datassa bittien, joiden arvo on 1, määrä on jo parillinen, tulee pariteettibitin arvon olla 0, jotta parillisuus toteutuu edelleen. Tarkastellaan tätä vielä havainnollistavan esimerkin kautta.

Halutaan suojata binääriluku 0100 0001 parillisella pariteetilla:

0 0 1 0 0 0 0 0 1

Pariteettibitti

Binääriluvussa on parillinen määrä 1-bittejä, joten pariteettibitin arvo on 0. Jos taas suojattava binääriluku olisikin 0100 0011, parillisella pariteetilla suojattuna:

1 0 1 0 0 0 0 1 1

Pariteettibitti

Tällöin pariteettibitin arvon tulee olla 1, jotta datassa on parillinen määrä bittejä, joiden arvo on 1.

Kun jokin bitti datassa kääntyy, parillinen pariteetti ei enää päde. Virheen paikka ei kuitenkaan voida paikallistaa pelkän pariteettibitin avulla. Parillinen pariteetti ei siis yksinään ole kovin varma suojauskeino, sillä jos kaksi bittiä kääntyy, parillinen pariteetti pätee edelleen ja virheet jäävät huomaamatta. Hamming-koodilla taas pystymme paikallistamaan ja korjaamaan yhden bitin virheet. Hamming-koodissa hyödynnetään pariteettibittejä, jotka noudattavat parillista pariteettia. Tämän voisi toki järjestelmässä toteuttaa myös parittomalla pariteetilla, mutta Tietokoneen toiminta -kurssin mukaisesti toteutamme tämän käyttäen parillista pariteettia.

4.2 Hamming-koodi opetusvideoiden avulla

Tässä luvussa esittelen Hamming-koodin käyttöä esimerkkien avulla. Nämä esimerkit on tehty samoin kuin opetusvideoissa. Myös visualisointi on opetusvideoiden kaltainen.

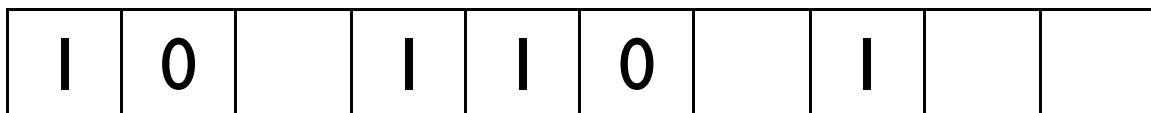
4.2.1 Suojaus

Ensimmäisellä Hamming-koodi-opetusvideolla näytetään, kuinka Hamming -koodia käyttäen saadaan suojattua esimerkkitdata. Opetusvideolla siis keskitytään yhteen esimerkkiin, jonka avulla käydään läpi datan suojaus. Suojaaminen koostuu kolmesta eri vaiheesta, jotka esitellään myös videolla:

1. Varataan tilaa pariteettibiteille
2. Määritellään pariteettibittien arvot
3. Kootaan yhteen ja saadaan suojattu data

Pariteettibitit sijoittuvat aina järjestysnumeroltaan kahden potenssien määrittämiin kohtiin. Nämä kohdat varataan pariteettibiteille ja databitit siirtyvät uusille paikoille. Pariteettibittejä merkitään useimmiten P1, P2, P4, P8, P16 ja niin edelleen. Kun näihin kohtiin on varattu tila pariteettibiteille, voidaan sijoittaa databitit oikeisiin kohtiin. Tämän jälkeen tarkastellaan erikseen jokaisen pariteettibitin suojausalueita, ja määritetään suojausalueella olevien bittien arvojen mukaisesti tämän pariteettibitin arvo. Pariteettibittiä ja sen suojausalueella sijaitsevia bittejä kutsutaan pariteettijoukoksi.

Käsitellään datan suojaaminen käyttäen apuna esimerkkitdataa. Halutaan siis suojata data 101101, jolloin pariteettibitit sijoittuvat seuraavasti:



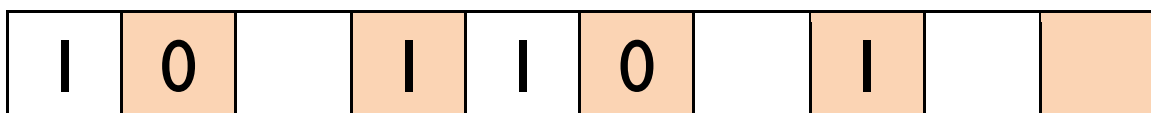
P8

P4

P2

P1

Näiden suojausalueet määrittyvät pariteettibitin järjestysnumeron mukaisesti. Pariteettibitti, jonka järjestysnumero on 1, suojaa aina itsensä, ohittaa yhden bitin, suojaa yhden bitin, ohittaa yhden bitin, jolloin suojausalue näyttää seuraavalta:



P8

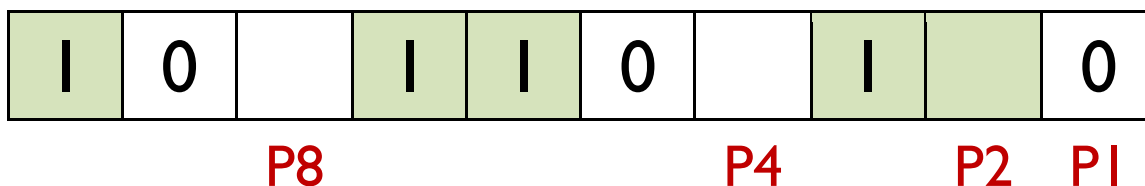
P4

P2

P1

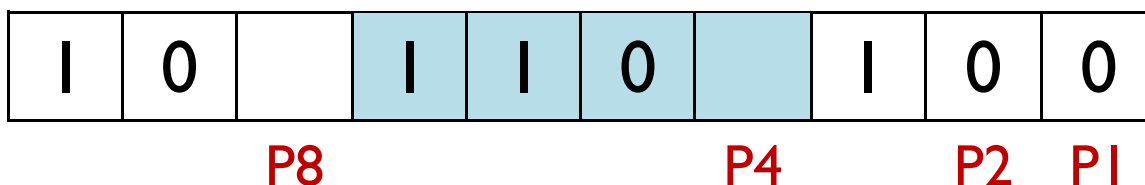
Suojausalueeseen kuuluvat siis bitit 0, 1, 0, 1. Pariteettibitin arvo määrittyy näiden arvojen perusteella. Kun käytössä on parillinen pariteetti, pariteettibitin arvo on siis 0.

2. pariteettibitin järjestysnumero on siis kaksi, joten se suojaa kaksi, ohittaa kaksi, suojaa kaksi, ja jatkaa näin, kunnes koko data on käyty läpi. Kyseisessä esimerkkitilanteessa 2. pariteettibitin suojausalue on siis seuraava:



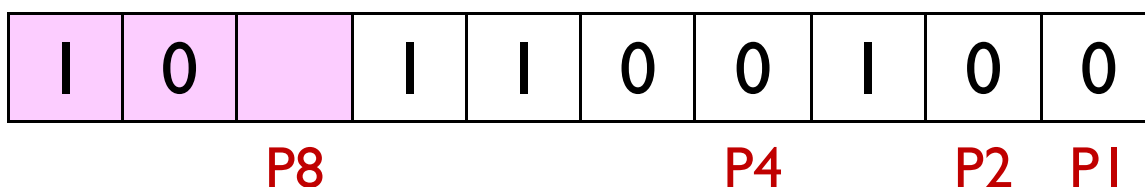
Suojausalueeseen kuuluvat siis bitit 1, 1, 1, 1. Pariteettibitin arvo on siis 0.

Järjestysnumeroltaan 4. pariteettibitti suojaa neljä bittiä alkaen itsestään, jonka jälkeen ohittaa seuraavat neljä bittiä ja jatkaa tätä, kunnes koko data on käyty läpi. Suojausalue näyttää seuraavalta kyseisessä tilanteessa:



Suojausalueeseen kuuluvat siis bitit, joiden arvot ovat 1, 1, 0. Täten P4 arvo on siis 0.

Järjestysnumeroltaan 8. pariteettibitti suojaa kahdeksan bittiä aloittaen itsestään, jonka jälkeen ohittaa kahdeksan bittiä ja jatkaa tätä, kunnes koko suojattava data on käyty läpi. Suojausalue näyttää seuraavalta kyseisessä tilanteessa:



Suojausalueeseen kuuluvat siis bitit, joiden arvot ovat 1, 0. Täten 8. pariteettibitin arvo on 1, sillä halutaan edelleen, että parillinen pariteetti toteutuu.

Seuraava pariteettibitti olisi järjestysnumeroltaan 16. Tässä tilanteessa esimerkidata on kuitenkin niin lyhyt, ettei tätä pariteettibittiä tarvita. Koska kaikki

pariteettibittien arvot on määritetty, voidaan koota yhteen suojattu data, johon sijoitetaan jokaisen pariteettibitin arvo oikeisiin kohtiin. Esimerkkitalanteessa suojattu data näyttäisi siis seuraavalta:

1	0	1	1	1	0	0	1	0	0
		P8				P4		P2 P1	

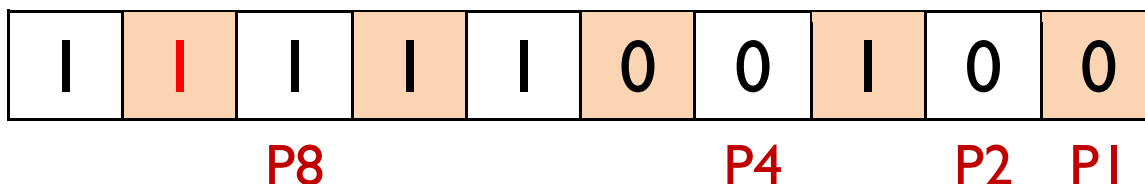
Eli suojattu data on siis 1011100100.

4.2.2 Virheen korjaus

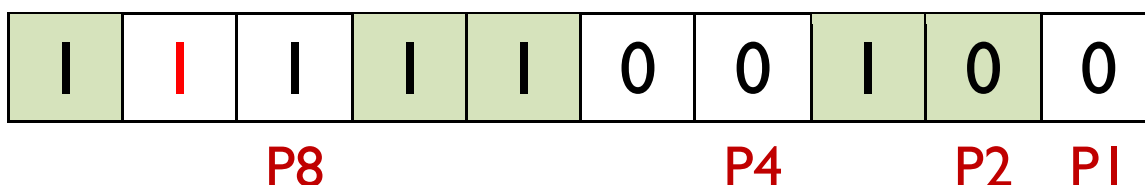
Virheen havaitseminen ja sen korjaaminen tapahtuu Hamming-koodilla käymällä kaikkien pariteettibittien suojausalueet yksitellen läpi. Pariteettibitit, jotka ilmaisevat virheen, ovat avainasemassa. Laskemalla näiden järjestysnumerot yhteen, löydetään virheen sijainti. Näin pystytään korjaamaan yksi kääntynyt bitti. Hamming-koodilla pystytään siis havaitsemaan ja korjaamaan vain yksi virhe. Tämän takia se ei sovellu tiedon eheyden suojausjärjestelmäksi esimerkiksi tietoliikenteeseen. Tietoliikenteessä virheitä saattaa sattua useampia, jolloin Hamming-koodilla olisi mahdotonta taata tiedon eheys.

Tarkastellaan samaista esimerkkitietoa kuin yllä, joka on nyt suojattu Hamming-koodilla. Oletetaan, että toinen databitti vasemmalta on kääntynyt tietoa siirrettäessä. Saapunut data on siis 1111100100. Hamming-koodilla tarkistetaan tiedon eheys niin, että jokaisen pariteettibitin suojausalue käydään läpi ja tarkistetaan, päteekö parillinen pariteetti vielä kyseiselle pariteettijoukolle. Kääntynyt bitti on järjestysnumeroltaan yhdeksäs bitti.

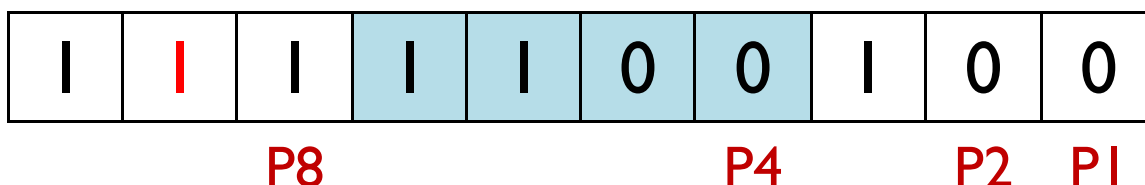
Tarkastellaan kyseistä tilannetta vielä visuaalisesti. Kääntynyt bitti on järjestysnumeroltaan yhdeksäs ja on merkitty kuvaan punaisella.



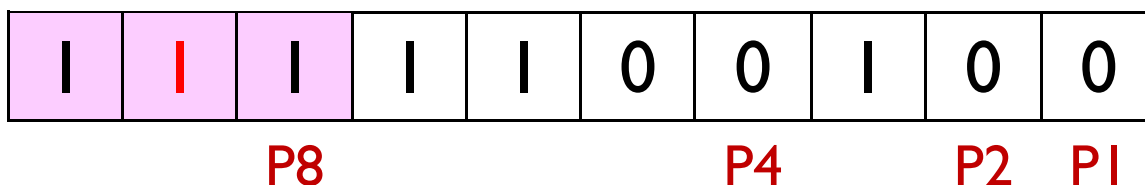
Pariteettibitti P1 joukkoon kuuluvat nyt bitit 1, 1, 0, 1, 0. Huomataan, ettei parillinen pariteetti enää päde. Täten pariteettibitti P1 ilmaisee virheen.



Pariteettibitti P2 ei huomaa virhettä, sillä kääntynyt bitti ei kuulu tämän pariteettijoukkoon. Parillinen pariteetti pätee tässä pariteettijoukossa yhä.



Pariteettibitti P4 ei huomaa virhettä, sillä kääntynyt bitti ei kuulu tämän pariteettijoukkoon. Parillinen pariteetti pätee tässä pariteettijoukossa yhä.



Pariteettibitti P8 joukkoon kuuluvat nyt bitit 1, 1, 1. Huomataan, ettei parillinen pariteetti enää päde. Täten pariteettibitti P8 ilmaisee virheen.

Kun kaikki pariteettijoukot on käyty läpi, on tiedossa, mitkä pariteettibittit ilmaisevat virheen. Tässä tapauksessa siis pariteettibittit P1 ja P8 ilmaisevat virheen, sillä parillinen pariteetti ei pariteettijoukoissa enää päde. Virheen paikka voidaan helposti paikallistaa laskemalla virheen ilmaisevien pariteettibittien järjestysnumerot yhteen. Tämä toimii myös, vaikka virheellinen bitti olisi jokin pariteettibiteistä. Kun pariteettibittit P1 ja P8 ilmaisevat virheen, lasketaan $1 + 8 = 9$, joka kertoo virheellisen bitin paikan. Tämän jälkeen virheellinen bitti voidaan korjata kääntämällä se oikeaksi.

4.3 Moodle -tehtäväpaketti

Moodle ympäristöön luotu tehtäväpaketti koostuu kolmesta opetusvideosta (liite 1), tehtävistä (liite 2) ja kyselystä (liite 3). Opetusvideoiden järjestys on seuraava:

1. Datan suojaaminen pariteettibitin avulla
2. Datan suojaaminen Hamming-koodilla
3. Yhden bitin virheen havaitseminen ja korjaaminen Hamming-koodilla

Opetusvideoiden teosta ja niiden sisällöstä on kerrottu tarkemmin kohdassa [3.1](#). Jokaisen opetusvideon jälkeen on opetusvideoon liittyviä tehtäviä, joiden teosta on kerrottu enemmän kohdassa [3.2](#). Tehtävät pohjautuvat opetusvideoihin ja niistä suoriutuminen pitäisi olla mahdollista ainoastaan videoiden perusteella.

Videoiden ja tehtävien jälkeen opiskelija pääsee vastaamaan opetusvideoihin liittyvään kyselyyn (liite 3), joka toimii tutkimukseni tutkimuskyselynä. Myös kysely on toteutettu samaan Moodle-työpajaan tehtävien ja videoiden ohelle. Kyselyn toteutuksesta kerrotaan lisää kohdassa [6](#).

Moodle-tehtäväpaketti kokonaisuudessaan on siis aktiviteeteittain seuraavanlainen:

1. Video: Datan suojaaminen pariteettibitin avulla.
2. Tehtävä: Datan suojaaminen pariteettibitin avulla.
3. Video: Datan suojaaminen Hamming-koodilla.
4. Tehtävä: Datan suojaaminen Hamming-koodilla.
5. Video: Yhden bitin virheen havaitseminen ja korjaaminen Hamming-koodilla.
6. Tehtävä: Yhden bitin virheen havaitseminen ja korjaaminen Hamming-koodilla.
7. Kysely: Kysymykset 1–5.
8. Kysely: Kysymys 6.
9. Kysely: Kysymys 7.
10. Kysely: Kysymys 8.

5 Tutkimustehtävä ja tutkimuskysymykset

Tämän tutkimuksen tutkimustehtävänä on kuvata, analysoida ja tulkita opetusvideoiden hyödyllisyyttä. Tutkimus toteutettiin itseopiskelukurssilla. Itseopiskelukursseilla opettajalähtöistä opetusta ei erikseen järjestetä, joten opiskelijoille, joille tämä opetusmetodi toimii, videot voivat toimia hyvänä opetusmateriaalina. Tutkimuksessa halutaan kartoittaa, miten itseopiskelukurssilla opiskelevat opiskelijat kokevat tilanteen. Vaikka tutkimuskysely pidettiin itseopiskelukurssin opiskelijoille, pätevät samat opetusvideoiden hyödyllisyyteen liittyvät ominaisuudet myös muissa mahdollisissa opetustilanteissa.

Tutkimuskysymykset ovat seuraavat:

1. Ovatko opetusvideot hyödyllinen opetusmateriaali itseopiskelukurssilla?
2. Mitkä asiat tekevät opetusvideosta toimivan kokonaisuuden?

Tutkimuskysymyksiin etsitään vastauksia aiempia tutkimuksia ja opiskelijoilta kerätyn kyselyn vastauksia hyödyntäen.

Ensimmäiseen tutkimuskysymykseen etsittiin vastauksia ensimmäisistä kyselyn kysymyksistä (6.1.1) sekä tehtävien onnistumisprosentista (7.1). Tehtävien onnistumisprosentti kertoi, onko tehtävät osattu tehdä myös pelkkien videoiden avustuksella, eli ovatko videot toimineet opetusmateriaalina.

Toiseen kysymykseen saatiin vastauksia kyselyn viimeisistä kysymyksistä (6.1.1), joissa kartoitettiin hyvän ja huonon opetusvideon sisältäviä elementtejä. Vastauksia voidaan soveltaa myös muille kursseille. Toimivaan opetusvideoon vaikuttavat asiat ovat yhtä relevantteja, vaikkakin opetusvideoita tehtäisiin eri kursseille tai oppiympäristöön.

Laatimani opetusmateriaali on siis alun perin tehty yliopiston itseopiskelukurssille. Materiaali kuitenkin soveltuisi sellaisenaan käyttöön myös lukion MAA11 -kurssille (2.5.1). Lukioissa korostuu yhä itsenäisempi opiskelu kuin peruskouluissa. Sähköiseen materiaaliin integroidut opetusvideot voivat auttaa

opiskelijoita kertaamaan jo opittua asiaa tai opettamaan esimerkiksi uusien algoritmien käyttöä, kuten tämän tutkielman opetusvideoissa. Toimivia opetusvideoita olisi siis hyödyllistä sisällyttää myös lukion oppimateriaaleihin. Tutkimustuloksia voitaisiin myös hyödyntää opetusvideoiden luonnissa myös lukiokäyttöön.

6 Tutkimuksen toteutus

Tutkimus toteutettiin Helsingin yliopiston Tietokoneen toiminnan jatkokurssi - verkkokurssilla. Opetusvideoiden ja näitä tukevien tehtävien ohessa Moodle -ympäristössä oli kysely (liite 3), jolla pyrittiin kartoittamaan opetusvideoiden mielekkyyttä opetusmuotona sekä näiden hyödyllisyyttä. Katsomalla opetusvideot ja vastaamalla kyselyyn, sai yhden kurssipisteen, joka motivoi opiskelijoita vastaamaan tutkimukseen.

Tietokoneen toiminnan jatkokurssi on suoritettavissa itseopiskelukurssina Helsingin yliopistoin avoimen väylän kautta ajanjaksolla 1.3.-1.11.2022. Tutkimusdataa kerättiin ajanjaksolla 10.7.-1.11.2022.

6.1 Aineiston kuvaus ja keruu

Kyselyyn osallistui Helsingin yliopiston Tietokoneen toiminnan jatkokurssin avoimen verkkokurssin opiskelijoita. Kysely toteutettiin kurssin Moodle -oppimisympäristössä. Kurssin oppimisympäristöön pääsivät vain kurssin opiskelijat, kun kurssille kuuluvat ennakkotehtävät olivat tehty. Ennakkotehtävät tehtiin kurssin MOOC-ympäristössä (Tietokoneen toiminnan jatkokurssi, 2022). Ennakkotehtävät olivat Tietokoneen toiminnan perusteet -kurssin kertausta (Tietokoneen toiminnan perusteet, 2022). Ennakkotehtävät käsittelivät binääri- ja heksadesimaalilukumuunnoksia. Lisäksi näissä käsiteltiin erilaisia tapoja ilmaista kokonaislukuja ja liukulukuja tietokoneissa. Tutkimukseen osallistujilla voidaan siis olettaa olevan peruskäsitys biteistä ja binäärilukujen toiminnasta.

Tutkimusaineiston keruussa vastaukset yhdistyivät opiskelijan nimeen ja opiskelijanumeroon. Tutkimuksessa ei kuitenkaan käytetty opiskelijan nimeä tai muita henkilötietoja. Analysoinnissa ei siis käytetty opiskelijan henkilötietoja, kuten sukupuoli, aiempaa kokemusta, ikää tai muuta vastaavaa. Tutkimusaineistoa säilytettiin kurssin Moodle -ympäristössä. Kurssin Moodle -ympäristö poistetaan Helsingin avoimen yliopiston toimesta aikanaan. Tutkimusaineistoon pääsivät lisäksi myös muut kurssin opettajat ja Helsingin yliopiston hallinto. Tutkimukseen

osallistumista varten opiskelijoiden tuli kirjautua Helsingin yliopiston käyttäjätunnuksella kurssin Moodle -alueelle. Näin ollen tutkimukseen ei päässyt vastaamaan kukaan ulkopuolinen, joka kasvattaa tutkimuksen luotettavuutta. Koska kyselyssä olevat tehtävät kuuluvat kurssin opetussisältöihin, kyselyyn osallistumisesta sai yhden kurssipisteen. Kurssipisteiden saamiseksi opiskelijoiden nimet tuli yhdistää vastauksiin. Tämä saattaa heikentää tutkimuksen luotettavuutta, sillä opiskelijat saattavat nimen yhdistymisen takia antaa positiivisempaa palautetta.

Kyselyn avulla kerättiin määrällistä ja laadullista aineistoa. Määrälliseen aineistoon sisältyvät Likert-asteikolla kysytyt tiedot ja kysymykset. Laadulliseen aineistoon kuuluvat sanalliset vastaukset. Kysymykset olivat sekä suljettuja että avoimia.

6.1.1 Kyselyn kysymykset

Tutkimukseen liittyvä kysely sisälsi seuraavat väitteet sekä kysymykset:

1. Ennen videoiden katsomista osasin käyttää pariteettibittiä ja Hammingkoodia tiedon muuttumattomuuden suojaamiseen.
2. Opetusvideot auttoivat ymmärtämään, miten pariteettibittejä ja Hammingkoodia käytetään sekä tukivat tehtävien tekemistä.
3. Videoiden kesto oli mielestäni riittävän lyhyt keskittymisen kannalta.
4. Opetusvideot yleensäkin tukevat oppimistani.
5. Haluaisin käyttää opetusvideoita oppimateriaalina jatkossakin.
6. Mitkä tekijät vaikuttivat tämän kyselyn opetusvideoissa oppimiseesi parantavasti? Entä heikentävästi?
7. Millainen opetusvideon pitäisi mielestäsi olla, jotta pystyt keskittymään, mielenkiintosi säilyy ja opit paremmin?
8. Mitkä asiat saavat mielenkiinnon vähenemään opetusvideoita katsoessa? Entä mitkä asiat opetusvideoissa häiritsevät keskittymistä ja oppimista.

Ensimmäiset viisi väitettä toteutettiin käyttäen vastauksissa viisiportaista Likert -asteikkoa. Likert -asteikossa vastaukset skaalautuvat välille 1 – täysin eri mieltä, 5 – täysin samaa mieltä. Ensimmäisen väitteen tehtävänä oli kartoittaa vastaajien ennakkotietoja. Täten voidaan huomata, oliko videoista enemmän hyötyä esimerkiksi niille, joille aihe oli ennestään tuntematon. Videoiden tarkoituksena oli esitellä Hamming-koodin toimintaa niin, ettei aiheesta tarvitse olla ennakkotietoja. Myös tämän toimivuutta haluttiin testata.

Toisella väitteellä halutaan tietää, tukivatko videot omaa oppimista. Kolmannella väitteellä pyrittiin saamaan tietoa videoiden pituuksista. Lyhyet opetusvideot on ainakin aiempien tutkimusten perusteella koettu toimivammiksi kuin pitkät, jolloin keskittymisen herpaantuminen on epätodennäköisempää. Väitteet neljä ja viisi koskivat opetusvideoita yleisellä tasolla. Näiden tehtävänä oli selvittää, kokevatko vastaajat, että opetusvideot opetusmuotona tukevat heidän oppimistaan ja ovatko ne hyödyllisiä.

Kysymyksiin 6, 7 ja 8 vastattiin avoimella vastauksella. Kuudennessa kysymyksessä keskityttiin tämän opetusmateriaalin opetusvideoihin. Tarkoituksena oli antaa vastaajille mahdollisuus kertoa omia mielipiteitä ja kokemuksia kyseisten videoiden katsomisesta. Seitsemäs kysymys kartoitti vastaajien mielipiteitä ja kokemuksia hyvistä ja toimivista opetusvideoista. Haluttiin selvittää, mitkä tekijät vaikuttavat opetusvideoiden hyödyllisyyteen. Viimeisessä kysymyksessä taas haluttiin selvittää, mitkä tekijät vaikuttavat negatiivisesti opetusvideoiden hyödyllisyyteen oppimisen ja keskittymisen kannalta.

6.1.2 Tutkimusaineiston analyysi

Tutkimusaineisto eli kyselyn ja tehtävien vastaukset (n = 35) ladattiin tiedostona Moodle-ympäristöstä Excel -taulukointiohjelmaan. Excel -tiedostoa muokkasin niin, että vastaajilta jäi voimaan viimeinen suorituskerta. Kyselyn pystyi avaamaan vastaamisen jälkeen uudestaan ja muokkaamaan tätä, jolloin osalla osallistujista oli kaksinkertaiset vastaukset. Ylimääräiset vastaukset poistettiin.

Tutkimusdatan Excel -tiedostoon sisältyi vielä opiskelijoiden nimet ja opiskelijanumerot. Lisäksi tiedosto sisälsi vastaukset kaikkiin kysymyksiin. Siivosin dataa

niin, että opiskelijanumeron ja nimen sijasta vastaajat olivat tunnistettavissa ainoastaan numeroilla anonymisti. Dataa piti siistiä rutkasti, sillä Moodle-tehtävien osakohdat olivat kaikki samassa taulukointiohjelman solussa. Siistin nämä manuaalisesti, kun vastaajia oli vain 35. Suuremmissa datoissa tähän voisi käyttää Excelin erottelukaavoja, jotka ovat myös helppokäyttöisiä. Datan siistimisen jälkeen vastauksia oli helppo tarkastella ja analysoida. Excel -mahdollistaa myös havainnollistavien kuvaajien teon valitusta datasta.

7 Tutkimustulokset ja niiden tulkintaa

Tutkimustulokset koostuvat kahdesta eri osasta: tehtävien tuloksista ja kyselyn tuloksista. Tehtäviin vastasi tutkimukseen osallistuneista kaikki (n = 35) ja kyselyyn 33 opiskelijaa.

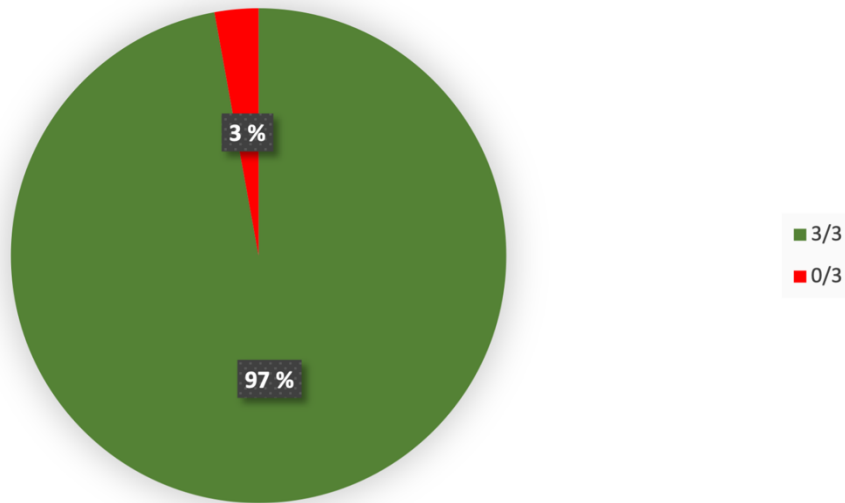
7.1 Tehtävien tulokset

Tehtävät osattiin erinomaisesti. Tämä selittyikin jo osittain sillä, että osalle vastaajista Hamming-koodi oli tuttu aihe jo ennestään, niin kuin kohdasta 7.2.1 käy ilmi. Lisäksi tehtävät olivat suunniteltu tukemaan videoilla opittua asiaa. Olikin tarkoitus, että tehtävät osattaisiin pelkästään videoiden avulla. Tämä osoittautui sujuneen hyvin ja videot tältä osin toimiviksi ja tehtäviä tukeviksi.

7.1.1 Tehtävä 1

Tehtävässä 1 harjoiteltiin parillisen pariteetin toimintaa ja pariteettibittien avulla suojaamista. Tehtävä koostui kolmesta eri kohdasta. 3/3 pistettä eli täysin oikein tehtävän sai 97 % vastaajista. Loput 3 % vastaajista ei saanut yhtäkään oikein näistä kolmesta kohdasta.

Tehtävä 1: Datan suojaaminen pariteettibitin avulla.



Kuva 4 – Tehtävän 1 tulokset

Tehtävään vastasi 35 opiskelijaa ja heistä 34 eli 97 % sai oikein. Yksi vastaajista on ilmeisesti vastaustensa perusteella käsittänyt, että Moodlen vastauskenttään on pitänyt laittaa koko suojattu data pariteettibitin arvon sijasta. Tämän vuoksi tehtävä on mennyt väärin. Vastaaja on siis suojannut binääriluvut täysin oikein, mutta määritetyn automaattitarkistuksen vuoksi ei ole saanut tätä oikein.

Tässäkin tapauksessa huomaamme, kuinka huolellinen tehtävänantojen kanssa tulee olla, kun on kyse automaattitarkastettavista tehtävistä. Vastaajille on kerrottava, mitä vastauskenttään halutaan. Suurin osa kuitenkin oli ymmärtänyt, millaista vastausta vastauskenttään haettiin. Tämän olisi kuiteinkin selkeyden vuoksi voinut kirjata tehtävänantoon näkyvämmiin. Tälläkin kurssilla automaattitarkastettavien tehtävien pisteet vaikuttavat kurssiarvosanaan. Jos tehtävänannot ovat epäselviä, saattaa opiskelijoilta jäädä ansaitut pisteet saamatta.

7.1.2 Tehtävä 2

Tehtävässä 2 harjoiteltiin datan suojaamista Hamming-koodilla. Tehtävä laadittiin siten, että siinä ohjataan opiskelijaa selvittämään ensin pariteettibittien arvot ja sen jälkeen muodostamaan näistä suojattu data. Tehtävässä siis ohjattiin

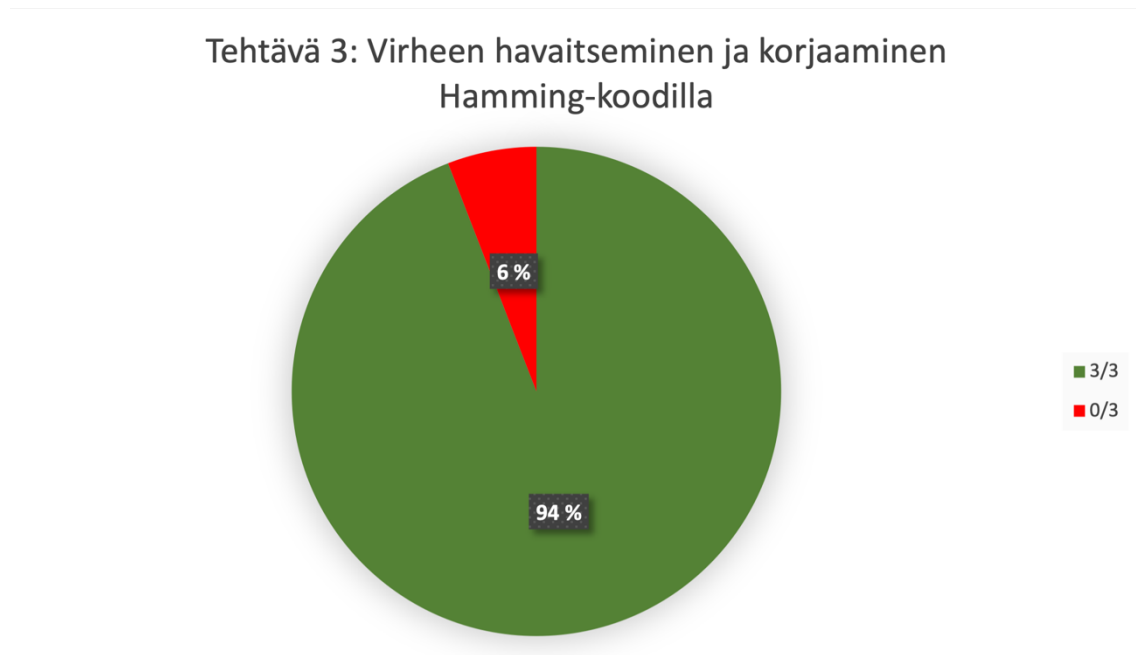
tekemään ensimmäisenä välivaiheena pariteettibittien arvojen määrittäminen. Kaikki kyselyyn vastanneet ovat saaneet kaikki tämän tehtävän kohdat (5/5) oikein.

Aihetta koskevassa opetusvideossa, jonka opiskelijat ovat ennen tehtävän tekoa katsoneet, käytiin samantapainen tilanne esimerkin avulla läpi. Tämäkin selittää opiskelijoiden hyvää menestystä tehtävässä. Lisäksi välivaiheittain eteneminen helpottaa oikean vastauksen koontia.

Tässä tehtävässä myös tehtävänanto on voitu kokea selkeämmäksi, kuin tehtävässä 1. Tekstikenttien edessä lukee selvästi, mitä juuri kyseiseen tekstikenttään halutaan. Ensimmäisessä neljässä kohdassa haetaan bittejä ja viimeisessä kohdassa suojattua dataa. Tämä on tulosten perusteella koettu selvänä.

7.1.3 Tehtävä 3

Tehtävässä 3 tuli havaita virhe annetusta datasta ja korjata se Hamming-koodia hyödyntäen. Tehtävässä oli kolme kohtaa. 94 % vastaajista sai kaikki kohdat (3/3) oikein. Loput 6 % vastaajista ei saanut yhtäkään kohtaa oikein.



Kuva 5 - Tehtävän 3 tulokset

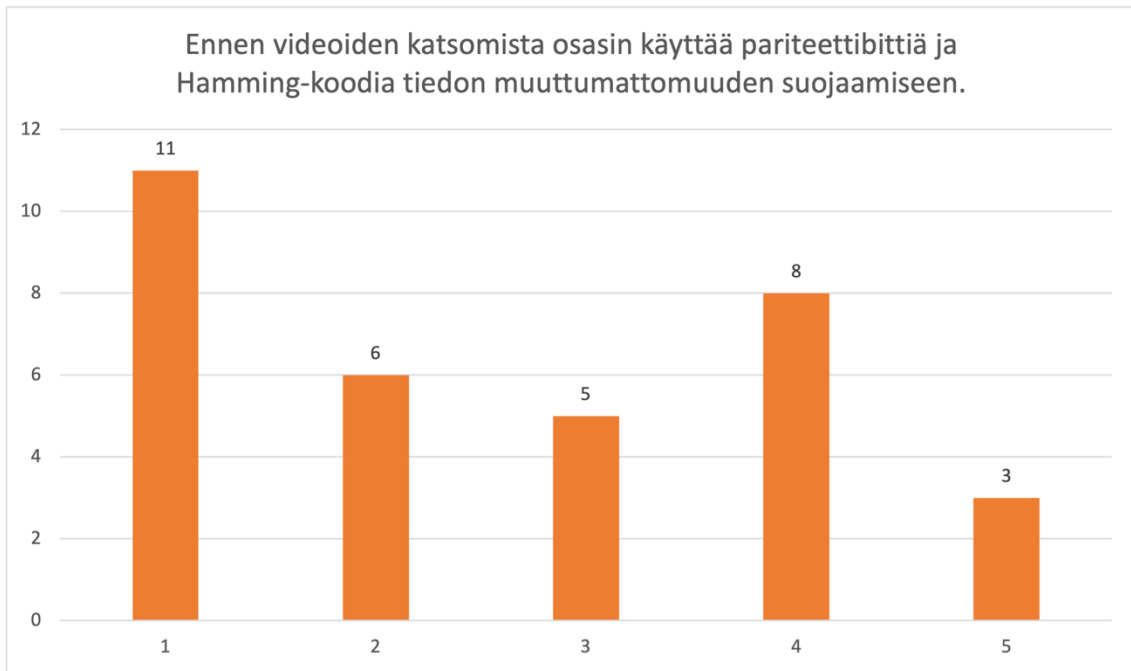
34 vastaajasta 32 (94 %) sai tehtävän oikein. Kaksi vastaajaa ei siis saanut yhtäkään kohtaa oikein. Syitä virheellisille vastauksille ei näiden opiskelijoiden vastauksista voinut tulkita. Tämäkin tehtävä toteutettiin välivaiheittain, mutta yhtäkään tapausta, jossa vain osa välivaiheista olisi ollut oikein, ei ollut. Tehtävää edeltävä video koskien virheen havaitsemista ja korjaamista Hamming-koodilla havainnollisti, kuinka virheen ilmaisevat pariteettibitit löytyvät ja kuinka näiden avulla saadaan paikannettua virhe. Videolla virheellinen data myös korjattiin. Tämä on kyselyn tulosten (7.2.2) perusteella koettu auttavaksi tekijäksi tehtävien teossa.

7.2 Kyselyn tulokset

Kysymyksiin 1–5 vastattiin Likert-asteikolla 1–5. Kysymykset 6–8 olivat avoimia vastauksia.

7.2.1 Kysymys 1

Kysymyksessä 1 kartoitettiin opiskelijoiden aiempaa tietämystä Hamming-koodista. Haluttiin tietää, onko aiemmalla tiedolla merkitystä tehtävien onnistumisen tai videoiden hyödyllisyyden kannalta. Asteikko 1–5 määriteltiin seuraavasti: 1 - En lainkaan, 5 – Erittäin hyvin.



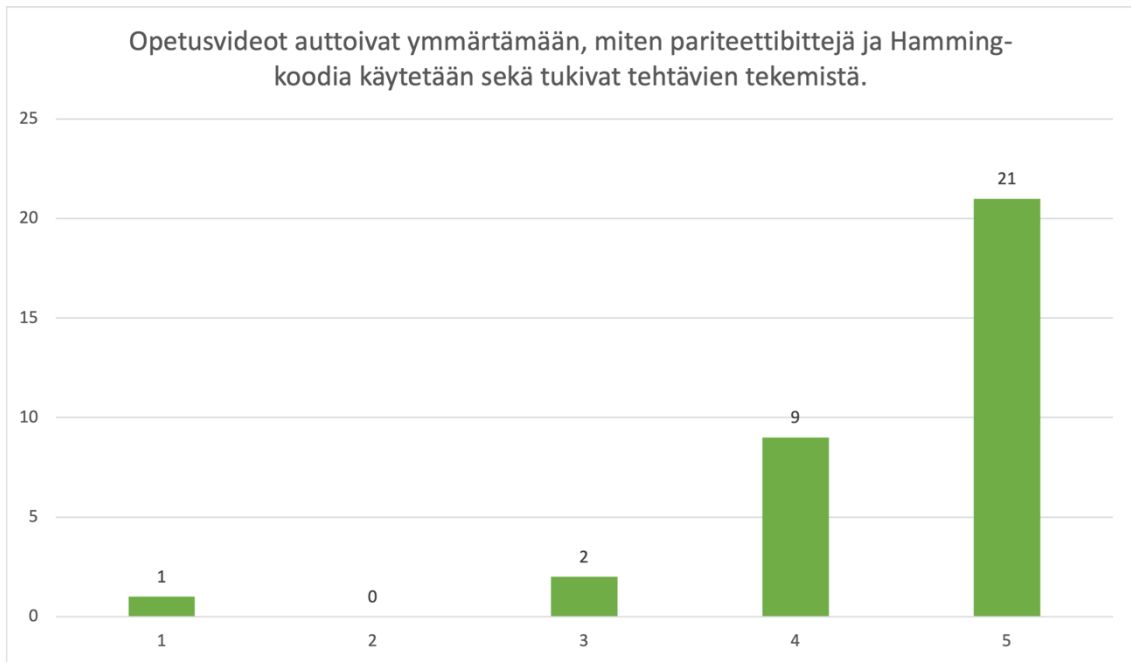
Kuva 6 - Kysymyksen 1 tulokset.

Vastausten jakaumasta nähdään, että suurin osa vastaajista ei omasta mielestään osannut käyttää pariteettibittiä ja Hamming-koodi-algoritmia. Tästä voidaan siis myös tulkita, ovatko videot toimineet pariteettibittien ja Hamming-koodin opetusmateriaalina ilman aiempaa tietämystä asiasta.

Tehtävän 1 tulosten (7.1.1) perusteella pariteettibitti on osattu erinomaisesti, vaikka suuri osa vastaajista ei tätä osannut ennen videoiden katsomista käyttää. Myös tehtävien 2 ja 3 tuloksista (7.1.2 ja 7.1.3) nähdään, että myös Hamming-koodia on osattu käyttää erinomaisesti, vaikka asia on ollut osalle täysin vieras. Tämä puoltaa opetusvideoiden hyödyllisyyttä opetusmateriaalina.

7.2.2 Kysymys 2

Kysymys kaksi keskittyi tutkimuksen opetusvideoiden hyödyllisyyteen. Haluttiin tietää, oliko opetusvideoista apua tehtävien teossa ja auttoivatko ne ymmärtämään pariteettibittien ja Hamming-koodin käyttöä. Kysymyksen asteikko 1–5 määriteltiin seuraavasti: 1 – Täysin eri mieltä, 5 – Täysin samaa mieltä.

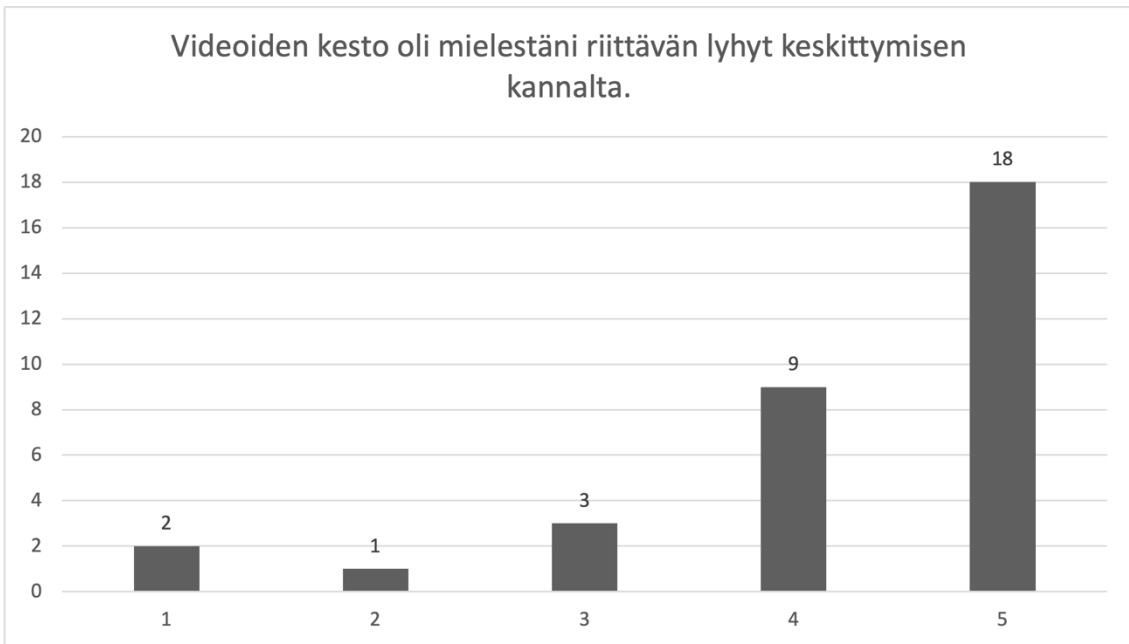


Kuva 7 - Kysymyksen 2 tulokset

Tuloksista huomataan, että 91 % vastaajista eli 30 opiskelijaa koki videot hyödyllisinä. Vain yksi vastaajista on ollut täysin eri mieltä. Eri mieltä oleva vastaaja kertoikin avoimissa vastauksissa, kohdassa 7.2.6, että kokee, etteivät opetusvideot opetusmateriaalina toimi hänellä. Kuitenkin suuri osa kokee, että videoista on ollut apua ja ne ovat tukeneet tehtävien teossa.

7.2.3 Kysymys 3

Kysymyksessä kolme haluttiin selvittää opetusvideoiden pituuden sopivuutta. Niin kuin kohdassa 2.3 todettiin, lyhyet opetusvideot ovat todettu toimivimmiksi kuin pitkät, sillä tällöin video ei kuormita liikaa, eikä keskittyminen herpaannu. Opetusvideoiden pituudet olivat 3:32, 7:03 ja 4:53 minuuttia. Kysymyksen asteikko 1–5 määriteltiin seuraavasti: 1 – Täysin eri mieltä, 5 – Täysin samaa mieltä.



Kuva 8 - Kysymyksen 3 tulokset

55 % vastaajista (n = 18) olivat täysin samaa mieltä, että videoiden kesto oli riittävän lyhyt. 18 % vastaajista oli epävarma tai eri mieltä. Suurin osa kuitenkin koki videot sopivan pituisiksi keskittymisen kannalta. Videoiden kestojen välillä oli tosin lyhyiksi opetusvideoiksi merkittävä ero, kun pisin opetusvideo oli kaksi kertaa lyhimmän opetusvideon pituinen. Tämä on saattanut aiheuttaa myös hajontaa vastauksiin, sillä osa on voinut kokea vain lyhimmän videon sopivan pituisena keskittymisen kannalta.

Vastausten perusteella siis suurin osa koki 3:32 - 7:03 minuuttiset videot sopivan pituisina. Hajonta pituuksien välillä on siis varmasti aiheuttanut hajontaa myös vastauksiin. 7 minuutin opetusvideo saattaa olla jollekin liian pitkä, kun taas alle viiden minuutin video olisi toiminut. Tällöin 2/3 tämän tehtäväpaketin opetusvideoista olisi ollut toimivia. Vastaajat, jotka ovat olleet täysin eri mieltä tai eri mieltä ovat siis voineet olla erimieltä vain pisimmästä videosta tai sitten kaikkien videoiden pituuksista. 7 minuuttinen video on lyhyeksi opetusvideoksi jo pitkä ja keskittyminen saattaakin tämän ajan kuluessa useampaan otteeseen herpaantua.

7.2.4 Kysymys 4

Kysymyksessä neljä haluttiin kartoittaa opiskelijoiden kokemusta opetusvideoiden toimivuudesta. Kysymyksen asteikko 1–5 määriteltiin seuraavasti: 1 – Täysin eri mieltä, 5 – Täysin samaa mieltä.



Kuva 9 - Kysymyksen 4 tulokset

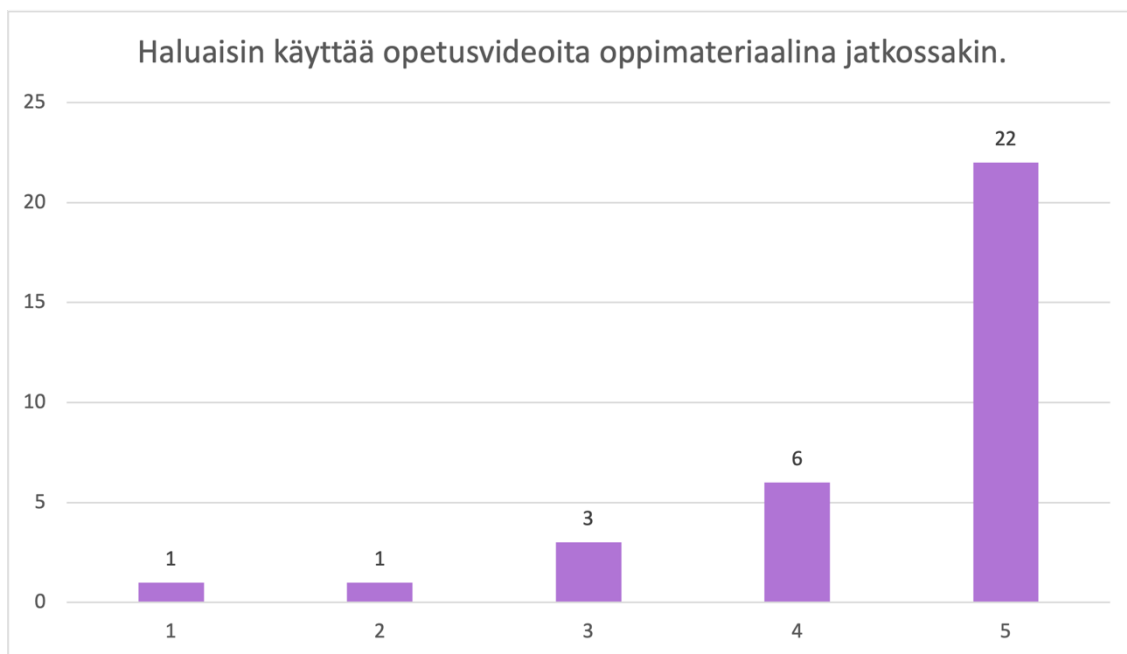
85 % vastaajista kokee, että opetusvideot tukevat oppimista eli ovat toimiva opetusmuoto. 5 vastaajaa oli epävarmoja, eri mieltä tai eivät osanneet ottaa kantaa. Opetusvideoiden käyttö on lisääntynyt samalla, kun etäopetus lisääntyy. Osalla vastaajista on myös varmasti ollut aiempaa kokemusta opetusvideoiden katsoimisesta.

Tutkimustuloksista nähdään, että lähes kaikki vastaajat kokevat opetusvideot toimivina opetusmuotoina. Toimivuuteen tietysti vaikuttaa suuresti myös videon toteutus. Jos video on toteutettu opiskelijälähtöisesti niin, että on otettu huomioon sen aiheuttama kognitiivinen kuorma, opetusvideo on varmasti suurelle osalle toimiva opetusmateriaali.

Tuloksista kuitenkin nähdään myös, ettei videot ole kaikille toimivin opetusmuoto. On tärkeää tiedostaa itse, millainen opetusmuoto ja -materiaali on juuri sinulle toimiva. Täten oppija pääsee parhaisiin oppimistuloksiin.

7.2.5 Kysymys 5

Viidennessä kysymyksessä haluttiin tietää, käyttäisivätkö vastaajat opetusvideoita opetusmateriaalina jatkossakin. Kysymyksen asteikko 1–5 määriteltiin seuraavasti: 1 – Täysin eri mieltä, 5 – Täysin samaa mieltä.



Kuva 10 - Kysymyksen 5 tulokset

Suurin osa (85 %) vastaajista kokee, että haluaisi käyttää opetusvideoita opetusmateriaalina jatkossakin. Tämä kertoo siis, että opetusvideot koetaan suuren osan mielestä hyödyllisenä opetusmateriaalina. Kun näin moni kokee opetusvideoiden olevan hyödyllisiä, kannattaa näitä ehdottomasti käyttää ja tehdä itseopiskelukursseille jatkossakin.

Opetusvideoita kannattaakin myös integroida kursseille, vaikka kurssilla olisikin tarjolla muitakin opetusmuotoja. Edellisenkin kysymyksen tuloksista kävi ilmi, että kaikki opetusmuodot eivät toimi jokaiselle. Onkin hyvä antaa vaihtoehtoisia tapoja oppia. Videot toimivat osalle, sillä niissä oppijalla on kontrolli siitä, mitä hän haluaa katsoa ja kuinka useasti.

7.2.6 Kysymys 6

Kuudennessa kysymyksessä pyrittiin selvittämään, mitkä tekijät tämän tehtäväpaketin opetusvideoissa vaikuttivat opiskelijoiden oppimiseen parantavasti tai heikentävästi. Kysymykseen vastattiin avoimella vastauksella.

Parantavina seikkoina nousi ylös videoiden visuaalisuus, värien käyttö, esimerkkien avulla opettaminen, pituus, sopiva hitaus ja yksinkertaisuus. Heikentävinä asioina pääasiassa ylös nousi liiallinen hitaus sekä se, ettei kaikki välivaiheet olleet jatkuvasti esillä.

Hitaus siis nousi vastauksissa ylös niin positiivisena ja kuin negatiivisenakin asiana. Ajattelin osaamistasolla olevan vaikutusta tähän, sillä itselle helppojen asioiden toistaminen hitaalla tempolla saattaa turhauttaa. Vastaukset jakautuivat kuitenkin seuraavasti:

Taulukko 2 - Hitaan läpikäynnin vertailu

Osaamistaso (Kysymys 1)	Lukumäärä	Hidas läpikäynti - positiivinen tekijä	Hidas läpikäynti - negatiivinen tekijä
1	11	3	2
2	6	1	1
3	5	2	1
4	8	1	2
5	3	0	0

Osaamistasolla ja mielipiteellä hitaasta läpikäynnistä ei siis ole tässä tilanteessa merkittävää yhteyttä. Hidas läpikäynti ja puhenopeus voivatkin olla enemmän mielipideasioita. Videot julkaistiin YouTube -palvelussa, jossa on mahdollisuus nopeuttaa videota 1,5- tai 2-kertaiseksi. Osa vastaajista kertoikin ratkaisseensa hitaan läpikäynnin ongelman juuri tällä toiminnolla. Tätä voisi jatkossa korostaa vielä videoiden julkaisun yhteydessä, jotta jokainen saa kuunnella videot halumallaan nopeudella.

Kaikkien välivaiheiden yksinkertaisesta läpikäymisestä tuli hyvää palautetta. Kuitenkin parannusehdotuksena tähän toivottiin sitä, että kaikki välivaiheet olisivat

jatkuvasti esillä. Näyttötila on videoilla tietysti rajallinen. Suunniteltaessa on huomioitava, mitkä välivaiheet kannattaa näyttää tiettyjen asioiden yhteydessä, jotta videosta tulee mahdollisimman helposti seurattava ja selkä. Välivaiheet voisi esimerkiksi pienentää aina läpikäynnin jälkeen ja jättää näkyviin. Tähän toki tulisi käyttää visuaalista alustaa, jolla tämä onnistuisi kätevästi. Nykyään videoita voi myös editoida helposti niin, että videon keskeltä leikkaa osia pois. Teknologian kehittyessä myös videoiden editoimiseen on varmasti tulossa lisää uusia työkaluja, joilla videoita on helppo käsitellä.

7.2.7 Kysymys 7

Seitsemännessä kysymyksessä pyrittiin saamaan tietoa siitä, millainen opetusvideon tulisi ylipäätään olla, jotta opiskelija pystyy keskittymään, mielenkiinto säilyy koko videon ajan ja täten myös oppii paremmin. Kysymykseen vastattiin avoimella vastauksella.

Esiin nousivat esimerkiksi videoiden riittävä lyhyys, visuaalisuus, konkreettiset esimerkit, hidastahtisuus, oleelliseen asiaan keskittyminen ja selkeys. Videoiden pituuteen liittyvästä kysymyksestä (7.2.3) voidaan päätellä, että juuri alle 7 minuuttiset opetusvideot ovat tutkimustulosten perusteella optimaalisia pituuksiltaan. Jos videoissa ei keskitytä oleelliseen asiaan, aiheutuu paljon ylimääräistä ulkoista kognitiivista kuormaa (2.1.3). Tällöin opittava asia jää muiden asioiden varjoon ja on täten vaikeampi myös sisäistää.

Videoilta toivottiin myös selkeyttä ja visuaalisuutta. Erilaiset värit ja niiden käyttö selkeyttävätkin huomattavasti ja auttavat jäsentelemään tietoa. Värien käytössä tulee kuitenkin huomioida saavutettavuus (2.4.1) ja turha epäselvästä värien käytöstä aiheutuva negatiivinen kognitiivinen kuormitus (2.3.1). Visuaalisesti epäselvä video siis voi aiheuttaa kognitiivista kuormitusta ja vaikuttaa oppimisprosessiin heikentävästi. Myös videoiden visuaalinen puoli tulee siis suunnitella tarkkaan.

7.2.8 Kysymys 8

Kahdeksannessa kysymyksessä selvitettiin, millaiset asiat opetusvideoissa voivat vaikuttaa oppimiseen heikentävästi. Kysymykseen vastattiin avoimella vastauksella. Esiin heikentävinä asioina nousivat esimerkiksi liiallinen pituus, pieni teksti, visuaalinen tylsyys, turha toisto, epäselvä käsiala sekä välivaiheiden hypyminen.

Opetusvideon visuaalisella tylsyydellä tarkoitan sitä, että videosta puuttuu opetuksen etenemisen visualisointi. Tämä voi ilmetä esimerkiksi siten, että videolla luetaan tekstiä suoraan dioista, ilman animaatioita tai efektejä, sen sijaan, että näytettäisiin asioita välivaiheittain. Animaatiot, efektit, piirtäminen ja opiskelijatahtinen eteneminen helpottavat asian ymmärrystä ja elävöittävät videota tehden siitä mielenkiintoisemman. Myöskin liian pieni teksti tai epäselvä fontti tai käsiala videoissa vaikuttaa ymmärrettävyyteen.

Turha toisto puhumisessa saattaa olla myös häiritsevää tekijä videoita katsoessa. Tämän vuoksi videoita tehdessä onkin hyvä suunnitella etukäteen, mitä videolla sanoo ja nauhoittaa videot lyhyemmissä pätkissä, jotta puhe on selkää ja turhat hiljaisuudet ja toisto voidaan minimoida. Myös nykyiset editointiohjelmat tukevat nauhoittamista useassa osassa, jolloin taakka yhtä nauhoitusta kohden kevenee, eikä kaikkea tarvitse muistaa ulkoa.

7.3 Yhteenveto

Opetusvideot koettiin hyvin toimivana opetusmuotona tutkimustulosten perusteella. Tutkimustulokset osoittavat, että suurin osa tutkimukseen osallistujista käyttäisi mielellään jatkossakin opetusvideoita oppimateriaalina ja toivoisi näitä lisää kursseille. Tutkimustulokset myös tukivat aiemmissä tutkimuksissa löydettyjä teorioita.

Opetusvideoiden toimivuuteen vaikuttaa moni asia. Puhe, saavutettavuus, visuaalisuus, opiskelijatahtinen eteneminen ja pituus ovat asioita, jotka opetusvideon tekijän tulisi ottaa suunnitteluvaiheessa huomioon. Vaikka opetusvideoiden

toimivuuteen liittyvät tekijät jakavatkin mielipiteitä, mahdollistaa nykyteknologia vastaamisen yhä useamman opiskelijan tarpeisiin.

Niin kuin kysymyksen 6 (7.2.6) vastauksista kävi ilmi, esimerkiksi hidas puhe jakaa suuresti mielipiteitä. Kuitenkin videontoistopalvelut ovat kehittyneet ajan myötä ja mahdollistavat nykyisin videoiden katselun määritetyllä nopeudella. Videot voi siis katsoa esimerkiksi 1,5-kertaisella nopeudella. Tällöin pystymme vastaamaan kaikkien opiskelijoiden tarpeisiin. Katselunopeuden muutoksista on myös hyvä mainita, jotta nopeammin katsovat opiskelijat osaavat nopeutta kyseisessä videopalvelussa muuttaa.

Tässä tutkimuksessa saatu aineisto tukee hyvin aiempia tutkimuksia (2.3). Tutkimustuloksista löytyi paljon samoja elementtejä aiempiin tutkimuksiin verrattuna. Tutkimustulokset tukivat teoriaa siitä, että lyhyet opetusvideot ovat toimivampia kuin pitkät. Lisäksi aktiivista oppimista tukevilla interaktiivisilla kysymyksillä videoiden välissä voi olla suuri vaikutus oppimisprosessiin. Jos kaikki lyhyet videot olisivat yhdistetty yhdeksi 15 minuutin pituiseksi videoksi, uskon ettei suurin osa tutkimukseen osallistujista olisi pystynyt keskittymään videoon yhtäjaksoisesti koko videon ajan. Tehtäviin vastaaminen olisi tällöin ollut myös huomattavasti haasteellisempaa ja videoon olisi todennäköisesti joutunut palaamaan vielä tehtäviä tehdessään.

Onnistuneissa opetusvideoissa tulee käyttää aikaa niiden suunnitteluun. Tutkimustuloksista huomataan, että esimerkiksi selkeä visuaalisuus ja johdonmukainen eteneminen ovat asioita, jotka vaikuttavat opetusvideon laatuun parantavasti. Suunnitteluvaiheessa on helpoin vaikuttaa näihin. Vaikka editointityökalut ovat kehittyneet, ei editoimalla kaikkea voida korjata.

Tutkimustulokset vastasivat tutkimuskysymyksiin (5). Tutkimustulosten perusteella voidaan todeta, että opetusvideot ovat hyödyllistä opetusmateriaalia ja tehokas opetusmuoto itseopiskelukurssilla. Näin ollen opetusvideot toimisivat varmasti itseopiskelumateriaalina ja muun opetusmateriaalin tukena myös esimerkiksi lukiokursseilla. Tutkimustulosten perusteella videoita voitaisiin käyttää jatkossakin, myös muilla kursseilla, jotka eivät välttämättä ole itseopiskelukursseja.

Opetusvideoiden hyödyllisyyttä opetusmateriaalina itseopiskelukurssilla puoltavat tehtävien onnistumisprosentti sekä opiskelijoilta saadut vastaukset tätä koskeviin kysymyksiin. Vastaajat ovat kuvailleet kattavasti hyviä ja heikentäviä puolia opetusvideoissa. Tutkimustuloksista käykin myös ilmi, millainen on hyvä opetusvideo ja mitkä asiat opetusvideoissa voivat vaikuttaa oppimiseen heikentävästi.

8 Luotettavuus

Tutkimuksen kohderyhmänä ovat opiskelijat, jotka ovat opiskelleet tai opiskelevat itseopiskelukurssilla, jossa lähiopetusta tai opettajalähtöistä opetusta ei järjestetä. Tutkimuksesta tekee luotettavan se, että tutkimus toteutettiin halutulla kohderyhmällä. Opiskelijat, jotka tutkimushetkellä suorittivat itseopiskelukurssia Helsingin yliopistossa, kuuluivat kohderyhmään, ja näin ollen tukivat tutkimuksen luotettavuutta.

Vastaukset yhdistyvät opiskelijan nimeen Moodle -ympäristössä, joka oli kyselyn toteutushetkellä opiskelijoiden tiedossa. Kurssin opiskelijat olivat siis kirjautuneena Moodle-ympäristöön. Opiskelijat tiesivät, että heidän nimensä yhdistyvät vastauksiin. Vastausten yhdistyminen opiskelijoiden nimeen voi heikentää tutkimuksen luotettavuutta, sillä opiskelijat voivat tällöin antaa palautetta positiivisemmassa sävyssä, kun he tiedostavat, että nimi yhdistyy vastauksiin. Kyselyssä ei kuitenkaan kysytty mitään henkilökohtaista, vain mielipiteitä. Nimen yhdistyminen vastaajaan saattaa myös vaikuttaa positiivisesti luotettavuuteen. Nimen yhdistyessä vastaajaan, vastaaja ei ehkä halua jättää kohtia tyhjäksi ja miettii vastauksia tarkemmin ja syvällisemmin. Vastausten laatu siis voi parantua.

Tutkimukseen osallistujille annettiin yksi kurssipiste tutkimukseen osallistumisesta. Tämä motivoi opiskelijoita tekemään koko tehtävä- ja kyselypaketin (4.3). Vastaajien tiedostaessa, että vastauksista saa kurssipisteitä, voi olla, että vastausten laatu paranee. Vastauksista palkitseminen voi siis vaikuttaa vastausten luotettavuuteen ja asianmukaisuuteen positiivisesti.

Otanta (n = 35) on suppea joukko opiskelijoita. Luotettavuutta kuitenkin tukee se, että jokainen on kurssille kirjautuessaan todennut olevansa itseopiskelukurssin opiskelija. Kaikki opetusmuodot eivät toimi kaikille. Olikin hyvä, että otantaan sattui myös henkilöitä, jotka kokevat, ettei opetusvideot ole paras oppimiskeino.

Kyseisen itseopiskelukurssin suorittaa aikavälillä 1.3.–1.11.2022 noin 100 avoimen yliopiston opiskelijaa. Kyselyn vastauksia kerättiin kesällä ja alkusyksystä, joten otanta 35 on tähän verraten hyvä. Jos tutkimusaikaa olisi pidennetty,

vastauksia olisi varmasti tullut lisää. Kurssi kuitenkin kestää niin kauan, ettei kyselyn tulosten keräämiseen kannata käyttää koko kurssinpitoaikaa. Kyseinen kurssi päättyy viimeiseen tenttiin 1.11.2022.

9 Pohdintaa

Toimivan opetusvideon tulee olla selkeä ja johdonmukainen kokonaisuus. Ulkoisen kognitiivisen kuroman vähentämiseksi onkin tärkeää merkitä kaikki välivaiheet esille. Näytön rajaama tila onkin ehkä haasteena välivaiheiden näkyvyydelle. Olisi suotavaa, että kaikki välivaiheet olisivat näkyvillä samanaikaisesti. Tämä minimoisi ulkoista kognitiivista kuormaa. Oppija voisi tällöin palata helposti jo opittuun ja minimoida työmuistin kuormaa.

Teknologia kuitenkin mahdollistaa esimerkiksi välivaiheiden fonttikoon pienentämisen niin, että ne voisi jättää osittain paremmin näkyviin, kuitenkin niin, etteivät ne veisi koko näyttötilaa. Pienellä näytöllä kuitenkin tila on rajallisempaa, kuin suuressa luokkatilassa, jossa taulutilaa on runsaasti. Opetusvideoilla voikin siis olla haasteellista esittää hyvin pitkiä tehtäviä, joissa välivaiheita ei saa näkyviin.

Tähän tutkimukseen liittyvissä opetusvideoissa kehittäisin juuri välivaiheiden näkyvyyttä. Suunnittelisin myös videoiden visuaalisen ilmeen tarkemmin siten, että välivaiheet voisivat olla näkyvissä. Pidemmässä opetusvideoissa on opitun asian jälkeen hyvä myös viimeisenä koota yhteen opittu asia yhteenvedolla. Lyhyissä opetusvideoissa tämä ei välttämättä ole kuitenkaan tarpeen. Nämäkin asiat riipuvat paljon opittavasta asiasta.

Tutkimuksessa videoiden pituudet koettiin toimiviksi. Tutkimustuloksia analysoidessa kuitenkin huomasin, että opetusvideoiden pituuksista olisi voinut olla tarkentava kysymys. Kysymyksessä 3 (7.2.3) kysyttiin opiskelijoiden mielipidettä tutkimuksen videoiden pituuksista. Kuitenkin tutkimukseen liittyvien videoiden pituuksien hajonta oli merkittävä.

Lyhimmän opetusvideon kesto oli 3:32 minuuttia ja pisimmän 7:03 minuuttia. Lyhyeksi opetusvideoksi joku voi mieltää vielä seitsemän minuuttisen videon, mutta osalle lyhyt voi tarkoittaa alle viittä minuuttia. Jatkotutkimuskohteena voisikin tutkia vielä tarkemmin opetusvideoiden optimaalista pituutta ja sitä, minkä opiskelijat kokevat lyhyeksi opetusvideoksi. 7 minuuttia on kuitenkin pitkä aika keskittyä yhtäjaksoisesti yhteen asiaan.

Tutkimusta varten tehty materiaali soveltuisi hyvin myös toisen asteen kurssille. Tutkimustulosten nojalla algoritmin toiminta ymmärrettiin erinomaisesti videoiden

avulla. Opetusvideot kehittävätkin algoritmista ajattelua ja esittelevät vaihe vaiheelta Hamming-koodi-algoritmin toiminnan. Myös Lukion MAA11 -moduulissa algoritmista ajattelu on keskeinen osa kurssisuoritusta (2.5.1). Algoritmista ajattelua voidaan harjoittaa opettelemalla erilaisia algoritmeja ja oppimalla niiden käyttöä. Tämän vuoksi materiaali sopisi erinomaisesti myös lukion MAA11 -kursille.

Opetusvideoiden tekokin on taito, jota oppii tekemällä. Opetusvideoista saatu palaute ja uudet ideat ovat hyvin tärkeitä niiden kehittämisessä. Kun saadun palautteen ottaa huomioon, kehittyy jatkuvasti opetusvideoiden tekijänä. Myös visuaaliset efektit ja alustat tulevat tutummiksi, kun niiden kanssa työskentelee, jolloin myös videoiden visuaalisuus paranee kokemuksen myötä.

Lähteet

Brame, C, 2016, Effective Educational Videos: Principles and Guidelines for Maximizing Student Learning from Video Content. Haettu 20.10.2022 osoitteesta: <https://www.lifescied.org/doi/epdf/10.1187/cbe.16-03-0125>

Coltheart, M. Iconic memory and visible persistence. *Perception & Psychophysics*, s.183–228 (1980). Haettu 29.6.2022 osoitteesta: <https://doi.org/10.3758/BF03204258>

Euroopan Unioni, Saavutettavuusdirektiivi. Haettu 26.5.2022 osoitteesta: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=CELEX%3A32016L2102>

Hamming, R. W. "Error detecting and error correcting codes," in The Bell System Technical Journal, vol. 29, no. 2, s. 147-160. 1950. Luettu 22.6.2022.

Hamming, R. W. Coding and Information Theory. 1980. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N.J. Luettu 18.10.2022.

Hähkiöniemi, M., Juhala, S., Juutinen, P., Laitinen, A., Luoma-aho, E., Raittila, T., Tikka, T. Juuri 11 (LOPS21) digikirja. Otava 2021. Luettu 29.6.2022.

de Jong, T. Cognitive load theory, educational research, and instructional design: some food for thought, s. 105–134. 2010. Haettu 19.10.2022 osoitteesta: <https://doi.org/10.1007/s11251-009-9110-0>

Lonka, Kirsti. Oivaltava oppiminen. 2020. Otava. Luettu 21.10.2022.

LOPS (2021). *Lukion opetussuunnitelman perusteet 2019*. Helsinki: Opetushallitus. Luettu 29.6.2022.

Perusopetuksen päättöarvioinnin kriteerit (2020). *Matematiikan päättöarvioinnin kriteerit*. Helsinki, Suomi: Opetushallitus. Luettu 29.6.2022.

POPS (2014). *Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2014*. Helsinki: Opetushallitus. Luettu 29.6.2022.

Roman, Steven. Introduction to coding and information theory, s. 34, s. 183 ja s. 217-222. 1997. Springer. Luettu 18.10.2022.

Tietokoneen toiminnan jatkokurssi, MOOC 2022. Helsingin yliopisto. Haettu 17.10.2022 osoitteesta: <https://tito-jatko-2022.mooc.fi/>

Stallings, William. Computer Organization and Architecture s. 471-472. 2022. Yhdestoista painos. Pearson Education Limited 2022. Luettu 18.10.2022.

Tietokoneen toiminnan perusteet, MOOC 2022. Helsingin yliopisto. Haettu 17.10.2022 osoitteesta: <https://tito-perusteet-2022.mooc.fi/>

W3C, Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1, Luku 1.4.3. 2018. Haettu 29.6.2022 osoitteesta: <https://www.w3.org/Translations/WCAG21-fi/>

Liitteet

LIITE 1 Videoiden linkit

Videot ovat katsottavissa Youtube -videopalvelussa.

Datan suojaaminen pariteettibitin avulla:

<https://youtu.be/JiR-zaTFsM>

Datan suojaaminen Hamming-koodilla:

<https://youtu.be/S05zbXfkzAk>

Yhden bitin virheen havaitseminen ja korjaaminen Hamming-koodilla:

<https://youtu.be/RWe4Lc-isc8>

LIITE 2

Moodlen tehtäväpaketti:

Informaatio
[Merkitse kysymys](#)
[Muokkaa kysymystä](#)

Tiedon suojaaminen pariteettibitin avulla

Katso seuraava video aiheesta:

Tekstitykset saa päälle klikkaamalla Tekstitykset-kuvaketta videon alareunassa tai pikanäppäimellä c.

Datan suojaaminen pariteettibitin avulla.
 Suojataan seuraavat binääriluvut käyttäen parillista pariteettia.

| 0 0 |

| 0 | 0 | 0 |

Katso: YouTube

Seuraava sivu

Kysymys **1**
 Kesken
 Kokonaispisteistä
 1,00
[Merkitse kysymys](#)
[Muokkaa kysymystä](#)

Datan suojaaminen pariteettibitin avulla

Suojaa seuraavat binääriluvut käyttäen parillista pariteettia:

Lukitsen vastaukseni

Edellinen sivu

Seuraava sivu

Informaatio
[Merkitse kysymys](#)
[Muokkaa kysymystä](#)

Datan suojaaminen Hamming-koodilla

Katso seuraava video aiheesta:

Datan suojaaminen Hamming-koodilla.
 Ehään tilaa Hamming -koodin pariteettibiteille.

12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

Katso: YouTube

Edellinen sivu

Seuraava sivu

Kysymys 2
Kesken
Kokonaispisteistä
1,00
Merkitse
kysymys
Muokkaa
kysymystä

Datan suojaaminen Hamming-koodilla

Oletetaan bittien järjestysnumerot oikealta vasemmalle ja parillinen pariteetti.

Määritä Hamming-koodin pariteettibittien arvot ja suoja data 110011 Hamming-koodilla.

Pariteettibitti 1:

Pariteettibitti 2:

Pariteettibitti 4:

Pariteettibitti 8:

Suojattu data:

Lukitsen vastaukseni

Edellinen sivu

Seuraava sivu

Informaatio
Merkitse
kysymys
Muokkaa
kysymystä

Virheen havaitseminen ja korjaaminen Hamming-koodilla

Katso seuraava video aiheesta:

Yhden bitin virheen havaitseminen ja korjaaminen...
...kastellaan jokaisen pariteettibitin suojausalueita ja tutkitaan, mitkä pariteettibittit ilmaisevat virheen.

Kopioi linkki

1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	
					P8		P4		P2	P1
					1, 1, 0, 1, 0					
1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	
					P8		P4		P2	P1

Katso: YouTube

Edellinen sivu

Seuraava sivu

Kysymys **3**
Kesken
Kokonaispisteistä
1,00
Merkitse
kysymys
Muokkaa
kysymystä

Virheen havaitseminen ja korjaaminen Hamming-koodilla

Oletetaan bittien järjestysnumerot oikealta vasemmalle ja parillinen pariteetti. Käsitteellä *suojattu data* tarkoitetaan dataa, jossa on mukana alkuperäiset databitit ja Hamming-koodin pariteettibitit.

Datan vastaanottajalle saapuu Hamming-koodilla suojattu data 1101011101. Vastaanottaja havaitsee tarkistaessaan, että data on muuttunut.

Mitkä pariteettibitit ilmaisivat virheen? Anna vastauksena pariteettibittien järjestysnumerot pilkulla erotettuna pienimmästä suurimpaan: .

Anna vastauksena suojattu data virheen korjauksen jälkeen:

Anna vastauksena korjattu data (eli data, josta on poistettu pariteettibitit):

Lukitsen vastaukseni

Edellinen sivu

Seuraava sivu

LIITE 3

Kysely:

Kysely, kysymykset 1 - 5

Tähän kyselyyn antamiasi vastauksia käytetään aineistona tutkimuksessa ja hyödynnetään opetuksen kehittämisessä.

1. Ennen videoiden katsomista osasin käyttää pariteettibittä ja Hamming-koodia tiedon muuttumattomuuden suojaamiseen.

En lainkaan 1 2 3 4 5 Erittäin hyvin

2. Opetusvideot auttoivat ymmärtämään, miten pariteettibittejä ja Hamming-koodia käytetään sekä tukivat tehtävien tekemistä.

Täysin eri mieltä 1 2 3 4 5 Täysin samaa mieltä

3. Videoiden kesto oli mielestäni riittävän lyhyt keskittymisen kannalta.

Täysin eri mieltä 1 2 3 4 5 Täysin samaa mieltä

4. Opetusvideot yleensäkin tukevat oppimistani.

Täysin eri mieltä 1 2 3 4 5 Täysin samaa mieltä

5. Haluaisin käyttää opetusvideoita oppimateriaalina jatkossakin.

Täysin eri mieltä 1 2 3 4 5 Täysin samaa mieltä

Lukitsen vastaukseni

Kysely

6. Mitkä tekijät vaikuttivat tämän kyselyn opetusvideoissa oppimistasi parantavasti? Entä heikentävästi?

↓ A ▾ B I ☺ ☰ ☷ 🔗 ⚡ 🖼️ H-P #

Kysely

7. Millainen opetusvideon pitäisi mielestäsi olla, että pystyt keskittymään, mielenkiintosi säilyy ja opit paremmin?

↴ A ▾ B I ☺ ☰ ☷ 🔗 ⚡ 🖼️ H-P #

Kysely

8. Mitkä asiat saavat mielenkiinnon vähenemään opetusvideoita katsoessa? Entä mitkä asiat opetusvideoissa häiritsevät keskittymistä ja oppimista?

↴ A ▾ B I ☺ ☰ ☷ 🔗 ⚡ 🖼️ H-P #