Sähkömagneettikourapeli

- Insinöörityöskentelyä yläkouluun

Itä-Suomen yliopisto 2019

Teknologisten prosessien suunnittelu koulussa – opintojakso

Tekijät: Petteri Mali & Hannu Partanen

Suomennettu ja muokattu alkuperäisteoksesta: Electromagnetic Claw Game: Diggin’ For Fools’ Gold, EngrTEAMS, Andrea Appel, Heather Butzlaff, Mandy Mach, Aran Glancy, Murat Akarsu, Jeanna Wieselmann

Sisältö

Tiivistelmä 3

Tarvikkeet 4

Oppitunnit 5

1: Ongelman esittely ja pohdinta 6

2: Magneettitutkimukset 7

3: Sähkömagneettitutkimukset osa 1 8

4: Sähkömagneettitutkimukset osa 2 10

5: Sähkömagneettitutkimukset osa 3 11

6: Sähkömagneetin suunnittelu ja testaus 13

7: Sähkömagneetin kehittäminen 15

Oppituntimateriaalit 17

Tiivistelmä

Ongelma: Kourapelit ovat huijausta! Huvipuistoissa ja peliluolissa näkee kourapelejä, joissa mekaanisella kouralla pyydystetään leluja. Valitettavasti peleistä voittaa hyvin harvoin. Kuvitteellinen Galagtic Games -yhtiö pyytää oppilaiden apua pelin uudistamisessa. Kouran sijaan halutaan käyttää **sähkömagneettista** pyydyslaitetta, joka olisi reilumpi pelaajalle, mutta tarpeeksi haastava ja tuottoisa. Oppilaat työskentelevät ryhmissä insinöörin tavoin. He perehtyvät ongelmaan ja tutustuvat magneetteihin, magneettisiin materiaaleihin ja sähkömagneetin toimintaa. He suunnittelevat oman sähkömagneetilla toimivan pyydylaitteen, testaavat ja parantelevat sitä. Prosessi raportoidaan ja lopullinen tuotos esitellään.

|  |  |
| --- | --- |
| KESTO | 11-14 x 45 min oppituntia |
| KOHDERYHMÄ | Yläkoulu |
| AIHEET | magneetit, magneettiset materiaalit, sähkömagneetit, insinöörityöskentely, kokeellinen työskentely |
| TAVOITTEET | Oppia sähkömagneetin toiminta ja eri  tekijöiden vaikutukset sen voimakkuuteen,  Magneettisuus ja magneettiset materiaalit,  Insinöörimäistä työskentelyä ja ryhmätyötä  OPS: L1, L2, L5, FY: T1-T3, T5-T9, T12 |
| ARVIOINTI | Arvioidaan yksilö- ja ryhmätyöskentelyä. Jokainen ryhmä tekee posterin, jota voi käyttää arvioinnin apuna. Posteriin kootaan joka tunnilla oppilaiden ajatukset: mitä on opittu ja testattu, ideat, kysymykset. Anna palautetta prosessin aikana, ei vain lopputuotoksesta. Hyvä liittää myös itse- ja vertaisarviointia. |

Tarvikkeet

* Erilaisia magneetteja (sauva-, U-, neodynium- ja rengasmagneetteja; eri kokoisia, muotoisia ja vahvuisia)
* Klemmareita, pieniä pultteja ja prikkoja (jotka reagoivat magneettiin)
* Erilaisia materiaaleja, jotka reagoivat ja jotka eivät reagoi magneettiin
* Useita erilaisia paristoja (AA, C, D)
* Hauenleukoja
* Monta metriä eristettyä ohutta kuparilankaa
* Erilaisia nauloja ja pultteja (7-10 cm pitkiä, eri paksuisia, terästä, alumiinia, galvanoitua terästä, muovia, puuta)
* Erilaisia pieniä leluja (esim. leluautoja)
* Kuumaliimaa tai teippiä

Oppitunnit

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Osio** | **Ajankäyttö**  **(45 min oppitunti)** | **Sisältö** |
| 1: Ongelman esittely ja pohdinta | 1-2 | • Mitä insinöörit tekevät?  • Ongelman esittely  • Oppilaat keksivät tarkentavia kysymyksiä  ongelmasta |
| 2: Magneettitutkimukset | 2 | • Mikä on magneettista?  • Onko kaikilla magneeteilla pohjois- ja etelänapa?  • Magneetin koon ja muodon vaikutus  magneettikentän voimakkuuteen  • Magneettikentän vaikutus eri materiaalien läpi |
| 3: Sähkömagneettitutkimukset osa 1 | 1 | • Tutkitaan sähkömagneettien toimintaa. Ryhmät  testaavat mallisähkömagneettia.  • Tehdään lista sähkömagneettien muuttujista.  • Pohditaan mitä voidaan testata. |
| 4: Sähkömagneettitutkimukset osa 2 | 1-2 | • Tutkitaan sähkömagneetin johdinkierrosten  lukumäärän vaikutusta magneetin voimakkuuteen.  • Kerätystä mittausdatasta piirretään luokan  yhteinen kuvaaja, johon sovitetaan suora.  • Oppilaat tekevät kirjallisen raportin. |
| 5: Sähkömagneettitutkimukset osa 3 | 2-3 | • Tutkimusryhmät valitsevat jonkin muun muuttujan  tutkittavakseen.  • Tulosten raportti liitetään ryhmän posteriin. |
| 6: Sähkömagneetin suunnittelu ja testaus | 2 | • Oppilaat suunnittelevat ja rakentavat  sähkömagneetin.  • Testataan nostamalla pientä lelua  laatikosta toiseen.  • Oppilaat voivat käyttää aiempaa tietoa magneetin  säätämiseen. |
| 7: Sähkömagneetin kehittäminen | 2 | • Sähkömagneettien kehittäminen erilaisille leluille  • Ryhmät esittelevät lopulliset tulokset posterina |

1. Ongelman esittely ja pohdinta

Tiivistelmä

Oppilaat tutustuvat insinöörimäiseen työskentelytapaan. Heille esitellään suunnitteluprosessi, dokumentointi ja he ryhmäytyvät. Oppilaat saavat kirjeen Galagtic Gamesistä, joka esittää ongelman. Oppilaat keksivät tarkentavia kysymyksiä ongelmasta, kartoittavat reunaehtoja ja tekevät muistiinpanoja oman ryhmän posteriin.

Tavoitteena oppia:

* Insinöörien työskentelyn vaiheet
* Kuvailemaan suunnitteluongelmaa ja keksiä tarkentavia kysymyksiä

Vaiheet:

1. Kysellään, mitä oppilaat tietävät siitä, mitä insinöörit tekevät.
2. Esitellään insinöörien suunnitteluprosessi:
   1. **Määritä:** Määritellään ongelma, sen rajoitteet ja reunaehdot
   2. **Opiskele:** Opiskellaan teoriaa ongelman ymmärtämiseksi
   3. **Suunnittele:** Pohditaan mahdollisia ratkaisuja, valitaan ratkaisu kokeiltavaksi
   4. **Valmista:** Valmistetaan prototyyppi
   5. **Testaa:** Testataan prototyyppiä, kerätään tietoa toiminnasta
   6. **Päätä:** Onko prototyyppi riittävä? Vaatiko parannuksia ja minkälaisia? Vaaditaanko lisää opiskelua aiheesta?
   7. **Suunnittele uudestaan**

Suunnitteluprosessista voi esim. tehdä posterin luokan eteen ja johon voidaan eri vaiheissa palata. Missä kohdassa milläkin oppitunnilla mennään?

1. Oppilaat jaetaan ryhmiin, jossa he työskentelevät insinööritiimin tavoin. Ryhmät tekevät oman posterin, johon he kirjoittavat projektin etenemisestä: mitä on opittu, mitä ongelmia on, miten ratkaistiin, omia ajatuksia ja pohdintoja. Posteria käytetään apuna arvioinnissa. EHDOTUS: ryhmän jäsenet voivat tehdä henkilökohtaisia muistiinpanojaan omaan dokumenttiin tai ryhmän posteriin oman värisellä tussilla -> helpottaa yksilöarviointia.
2. Esitellään ongelma: kirje Galagtic Games (Liite 1) Tässä voi lyhyesti selittää mitä sähkömagneetti tarkoittaa.
3. Oppilaat pohtivat ongelmaa ryhmissä. Heidän tulee keksiä tarkentavia kysymyksiä ongelmasta. Kysymyksiin vastataan ensi tunnilla (Liite 2). Ideana on, että oppilaat varmasti ymmärtävät mistä on kyse, ja oppivat katsomaan ongelmaa useasta näkökulmasta. Tärkeitä kysymyksiä voivat olla esim.
   1. Millaisia leluja magneetin pitää nostaa? (esim. pieniä leluautoja ja pehmoleluja)
   2. Mitä tarkoittaa reilu, mutta haastava? Mikä olisi tavoiteltava voittomahdollisuus, jotta olisi tuottoisa, mutta hauska pelata? (esim. 6 kertaa 10)
   3. Riittääkö pelkä sähkömagneettipyydystimen suunnittelu, vai tarvitseeko se ohjauslaitteen? (ohjauslaite tulee yhtiöltä)

2. Magneettitutkimukset

Tiivistelmä:

Oppilaat oppivat teoriaa magneeteista ja magneettisista materiaaleista. Leluihin on tarkoitus kiinnittää pieni lisäpala, joka sopisi sähkömagneetilla toimivaan peliin. Oppilaat päättävät sopivan materiaalin tutkimuksen pohjalta. Oppilaat raportoivat havainnoistaan ja päätelmistään posteriin.

Tavoitteena oppia:

* Mitkä materiaalit ovat magneettisia
* Selittämään magneettien toimintaa
* Tekemään perusteltuja ja havaintoihin tukeutuvia johtopäätöksiä

Tarvikkeet:

* Eri kokoisia ja muotoisia magneetteja (esim. sauvamagneetti, u-magneetti, vahva neodynium magneetti, magneetti jossa on merkattu pohjois- ja eteläpää ja toinen jossa ei ole)
* Magneettiin reagoivia kappaleita (esim. klemmareita, rautanauloja yms.)
* Magneettiin reagoimattomia kappaleita (esim. puu, muovi, alumiinifolio yms.)
* Leluja, mitä tullaan käyttämään (havainnollistuksen vuoksi, esim. leluautoja)

Vaiheet:

1. Kirje Galagtic Games (liite 3): miksi testataan magneetteja ja niiden ominaisuuksia? Pointtina on tehdä leluihin toimivat lisäosat, jotka reagoivat sähkömagneettiin. (Esim. prikat hyviä).
2. Pohditaan ensin magneetteja yhdessä ja sitten työkentely neljässä eri työpisteessä:
   1. Onko kaikilla magneeteilla kaksi napaa? Tutkitaan erilaisia magneetteja.
   2. Mitkä materiaalit reagoivat magneettiin? Tutkitaan eri materiaaleja magneetilla.
   3. Onko erikokeiset magneetit eri vahvuisia? Mistä johtuu? Yritetään esim. nostaa eri määrä klemmareita.
   4. Voiko magneetit läpäistä eri materiaaleja? Tutkitaan, miten magneetit vaikuttavat eri materiaalien läpi.
3. Oppilaat kirjoittavat ylös havaintoja ja laittavat ajatuksia ja perusteluja ryhmän posteriin. Kiinnitä huomiota perustelemiseen. Oppilaat voivat tehdä hypoteeseja, ennen testaamista. Työskentelyn apuna oppilaat voivat täyttää liitteen 4. Testien jälkeen oppilaat ehdottavat sopivaa materiaalia lelujen lisäosiin.
4. Jokainen oppilas tekee itsearviointilomakkeen (liite 5).

3. Sähkömagneettitutkimukset osa 1

Tiivistelmä:

Oppilaat testaavat mallisähkömagneetin toimintaa: miten se toimii magneettina ja mitkä tekijät vaikuttavat sen toimintaan. Oppilaat tekevät havaintojensa perusteella listan eri muuttujista, jotka voisivat vaikuttaa sähkömagneetin toimintaan. Lopuksi pohditaan, miten eri muuttujien vaikutusta voitaisiin testata. Itse testaamiseen päästään osiossa 4.

Tavoitteena oppia:

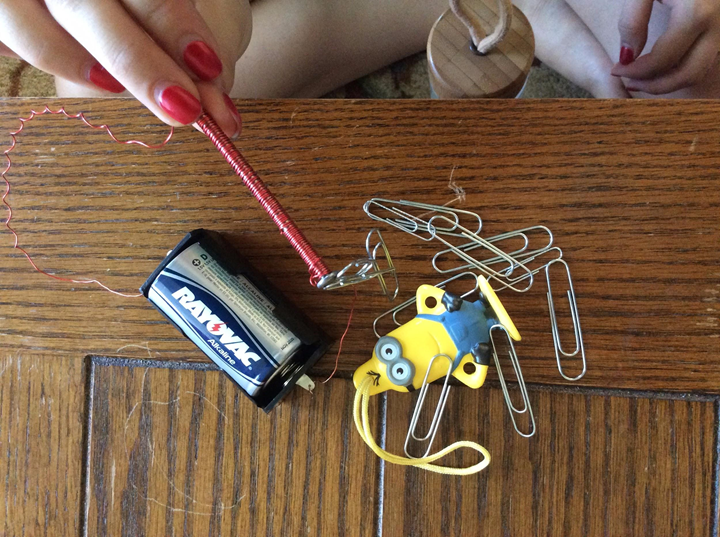
* Sähkömagneetin toiminta
* Tunnistaa mahdollisia tekijöitä, jotka vaikuttavat sähkömagneetin voimakkuuteen

Tarvikkeet/ryhmä:

* n. 1-2 m ohutta eristettyä kuparijohtoa
* 4,5 V tai 9 V paristo (mieluiten uusi)
* 8-10 cm pituisia rautanauloja
* Hauenleukoja
* Klemmareita

Vaiheet:

* Luetaan kirje (liite 6). Missä vaiheessa ollaan insinöörisuunntteluprosessissa?
* Alla on esimerkkikuva sähkömagneetista. Opettaja ja ryhmät valmistavat tarvikkeista kuvan mukaileman sähkömagneetin (tai opettaja valmistaa etukäteen). Kierroksia olisi hyvä olla ainakin 50 naulan ympärillä ja johdon päistä tulee hioa/raaputtaa pois eristettä 2 cm verran, jotta johtava kupari voidaan liittää virtapiiriin. **VAROITUS: Virtapiiri saa olla kytkettynä vain muutaman sekunnin kerrallaan! Oikosulussa patteri ja johto kuumenevat nopeasti!**



* Oppilaat testaavat sähkömagneettia ja yrittävät nostaa klemmareita. Heidän tulee miettiä, mitkä tekijät tai asiat vaikuttavat magneetin voimakkuuteen. He voivat pohtia muuttujia ensin erikseen ja sitten ryhmässä. He tekevät muistiinpanoja omasta ja ryhmänsä pohdinnoista posteriinsa. Ennen testaamista voidaan yhdessä pohtia, mihin sähkömagneetin toiminta perustuu.
* Lopuksi tehdään luokan yhteinen lista kaikista muuttujista. Luokan kanssa pohditaan jokaista muuttujaa: voidaanko testata? Jos ei, jätetään pois. On tärkeää pohtia jokaista oppilaiden ideaa, vaikka se ei oikeasti vaikuttaisi toimintaan. Pois jättämistä voi perustella materiaalien puutteen tai vaikean testattavuuden vuoksi. Lopullisen listassa olisi suotavaa olla vähintään muuttujat: johdinkierrosten lkm., sydämen paksuus, sydämen materiaali, patterin tyyppi, johdon paksuus.
* Pohditaan yhteisesti, mitä tarkoittaa fysiikassa muuttuja ja miten ne voivat vaikuttaa toisiinsa. (suoraan- ja kääntäenverrannollisuus jne.)

4. Sähkömagneettitutkimukset osa 2

Tiivistelmä:

Kaikki ryhmät testaavat johdinkierrosten lkm. vaikutusta sähkömagneetin voimakkuuteen. He tutkivat ryhmittäin eri kierrosten määrillä montako klemmaria tai pulttia voidaan mallisähkömagneetilla nostaa. Tulokset otetaan ylös ja niistä tehdään taulukko ja kuvaajat, joita tulkitaan.

Tavoitteena oppia:

* Miten johdinkierrosten lkm. vaikuttaa sähkömagneetin voimakkuuteen.
* Tunnistamaan kokeen muuttujat.
* Tekemään taulukko ja kuvaajat havainnoista.
* Tekemään perusteltuja johtopäätöksiä tuloksista.

Tarvikkeet:

* Osion 3 sähkömagneetit
* Klemmareita tai pieniä pultteja
* datankäsittelyohjelma

Vaiheet:

* Ennen tuntia varmista, että käytetyt sähkömagneetit toimivat ja patterit ovat täysiä.
* Luetaan kirje (liite 7). Missä vaiheessa ollaan insinöörisuunnitteluprosessissa?
* Pohditaan yhdessä hyvän kokeen piirteitä: Yksinkertaistus, ympäristön ja olosuhteiden huomiointi, luotettavuus ja virhetarkastelu, toistettavuus, tarkkuus ja työskentely jne.
* Suunnitellaan koetta ryhmittäin. Ideoita voi dokumentoida ryhmän posteriin. Kun ryhmä on saanut suunnitelman valmiiksi, näytetään opettajalle, joka ohjaa ja ehdottaa muutoksia.
* Ryhmät toteuttavat oman suunnitelmansa ja keräävät havainnot ylös. Oppilaita ohjataan kirjaamaan havainnot taulukkoon paperille tai suoraan datankäsittelyohjelmaan. Tulokset liitetään ryhmän posteriin. Oppilaat tulkitsevat ryhmänsä tuloksia.
* Tuloksista piirretään kuvaaja. Pohditaan mikä sovitus olisi paras. Tulkitaan tulosta. Oppilaat voivat sovitussuoran avulla tehdä ennusteen, mikä olisi tulos kierrosmäärällä, jota ei testattu.
* Lopuksi tarkastellaan yhteisesti kaikkien ryhmien tuloksia yhtenä tuloksena. Keskustellaan johtopäätöksistä ja perusteluista. Jokainen oppilas tai ryhmä muotoilee 2-3 lauseen pituisen havaintoihin perustuvan johtopäätöksen tuloksista Galagtic Gamesille.

5. Sähkömagneettitutkimuksia osa III

Tiivistelmä

Oppilaat valitsevat ryhmässä jonkin toisen muuttujan ja testaavat sitä. Taas, kerätään aineistoa useilla eri arvoilla ja luodaan taulukko ja kuvaaja, jotta havaintoja voidaan tulkita. Oppilaat valmistelevat esityksen, jotta voivat jakaa tuloksensa koko luokalle. Esityksessä tulee ilmi, miten tutkimukset on suoritettu, miten kyseinen muuttuja vaikuttaa sähkömagneetin voimakkuuteen ja miten tuloksiin on päästy.

Ajankäyttö:

2-3 45-minuutin oppituntia

Välineet ja tarvikkeet:

|  |
| --- |
| Pinnoitettua kuparilankaa (2 eri paksuutta)  Hauenleukoja  Erilaisia paristoja (AA, C ja D)  Paristokoteloita (koot AA, C ja D)  Eri kokoisia nauloja (alumiini, galvanoitu teräs, rauta)  Teräspultteja  Puu- ja muovitappeja  Kartonkeja  Tusseja |

Tavoitteena oppia:

* testaamaan sähkömagneetteja
* keräämään mittausaineistoa, joka auttaa insinöörisuunnittelun haasteissa.
* luomaan taulukoita ja kuvaajia sekä tunnistamaan toistuvuutta mittausaineistosta
* arvioimaan omaa rooliaan akateemisessa ryhmässä

Ennen aloitusta:

* Varmista, että paristot ovat täysiä.
* Lajittele tarvikkeet testattavan muuttujan mukaan.
* Kopioi itsearvointilomake (liite 5, 1 per oppilas).

Vaiheet:

* Oppilaat lukevat asiakkaan viestin (liite 8), ja selvittävät mitä heidän tulee tällä kertaa tehdä.

Kysy oppilaita, mikä insinöörityöskentelyn vaihe tällä kertaa on. (Tulkitaan asiakkaan viestistä)

Verratkaa listaa aiemmin tehtyyn. Onko niissä eroa?

* Oppilaat keskustelevat ryhmissä, mitä muuttujaa he haluavat testata. Jokaisen ryhmän tulisi valita kolme, jotta ryhmät eivät valitsisi samoja. Varmista että luokassa tutkitaan useita muuttujia.
* Oppilaiden tulisi seuraavaksi suunnitella koejärjestely. Voit laittaa nämä kysymykset näkyviin kaikille ryhmille suunnittelun tueksi.
* Mitä muuttujaa testaatte?
* Miten aiotte muuttaa muuttujaa?
* Mitä pidätte muuttumattomana kokeiden aikana?
* Oppilaat luovat taulukon mittausaineistoa varten. Taulukon tulisi sisältää useita eri arvoja muuttujasta, jota oppilaat testaavat. Lisäksi taulukossa tulisi olla paikka kerätylle aineistolle. Oppilaat tekevät ennakko-oletuksen, mitä arvelevat kokeessa tapahtuvan, esimerkiksi vihkoon.
* Oppilaat suorittavat sähkömagneettikokeen ainakin kolmesti jokaisella muuttujan arvolla, jotka he ovat taulukkoon laittaneet. Tulokset kirjataan taulukkoon. Oppilaat piirtävät aineistosta kuvaajan (pistekaavio tai pylväsdiagrammi, muuttujasta riippuen). Oppilaat tekevät johtopäätöksen, miten muuttuja vaikuttaa sähkömagneetin toimintaan. Mittausaineiston pitäisi tukea johtopäätöstä.
* Jokainen ryhmä tekee posterin. Posterissa tulisi olla ainakin:
* Mitä muuttujaa on testattu (otsikko)
* Piirustus tai kuva mittausjärjestelyistä
* Taulukko mittausaineistosta
* Kuvaaja
* Johtopäätös ja todisteet, jotka tukevat johtopäätöstä
* Oppilaat esittävät tuloksensa luokalle. Posterit voidaan ripustaa luokan seinille, jotta niihin voidaan myöhemmin insinöörisuunnittelu vaiheessa viitata.
* Oppilaat täyttävät lopuksi itsearviointilomakkeen (liite 5).

6. Sähkömagneetin suunnittelu ja testaus

Tiivistelmä

Oppilaat suunnittelevat ja rakentavat sähkömagneettisen kouran prototyypin asiakkaalle. Oppilaiden on tarkoitus hyödyntää aiemmin opittua tietoa magneeteista ja sähkömagneeteista. He testaavat prototyyppiä toistuvasti yrittäen nostaa lelun laatikosta toiseen. Leluihin on liitetty metallinen prikka, jotta se olisi mahdollista. Testaamisen jälkeen oppilaat säätävät sähkömagneetteja hyödyntäen aiempaa aineistoa.

Ajankäyttö:

Kaksi 45 minuutin oppituntia

Välineet ja tarvikkeet:

Rautaprikkoja

Kuumaliimapistooli ja kuumaliimaa

Leluja (samanlaisia)

Erilaisia paristoja (AA, C ja D)

Pinnoitettua kuparilankaa (3 eri paksuutta)

Hauenleukoja

Paristokoteloita (koot AA, C ja D)

Rautanauloja (4 eri kokoa)

Nauloja (ruostumaton teräs, kupari, galvanoitu

Rauapultteja (2 kokoa: ohut ja paksu)

Muita materiaaleja osioilta 4 ja 5.

Tavoitteena oppia:

* arvioimaan rooliaan akateemisessa ryhmässä
* analysoimaan aineistoa sähkömagneetin muuttujien testauksesta päämääränä suunnitella ja kehittää prototyyppiä.
* tekemään aineiston tukemia johtopäätöksiä
* kehittämään ryhmän ratkaisua insinöörisuunnitteluhaasteessa

Huomioita ja vinkkejä:

Ennen aloitusta:

* Valmistele testaus asemat. Testausasemia kannattaa olla ainakin 2. Testausasema koostuu kahdesta laatikosta (esim. kenkälaatikoita) ja lelusta, johon on kiinnitetty rautaprikka. Rautaprikan voi kiinnittää esimerkiksi kuumaliimalla.
* Varmista, että paristot ovat uusia tai täysiä.
* Kopioi seuraavat lomakkeet:
  + Asiakkaan viesti (liite 9)
  + *Prototyypin suunnittelu* (liite 10, 1 per oppilas)
  + *Suunnittelu ja perustelu* (liite 11, 1 per ryhmmä)
  + *Aineistoon pohjautuva päättely* (liite 12, 1 per oppilas)
  + *Prototyypin testaus* (liite 13, 1 per oppilas)

Vaiheet oppitunti I

* Oppilaat lukevat viestin, ja selvittävät mitä heidän tulee tällä kertaa tehdä.

Kysy oppilaita, mikä insinöörityöskentelyn vaihe tällä kertaa on. (Tulkitaan asiakkaan viestistä)

Keskustellaan projektin kriteereistä ja rajoituksista, jotka löytyvät asiakkaan viestistä.

Keskustellaan päivän tehtävästä, ja siitä mitä pitäisi olla valmiina ennen seuraavaa oppituntia. (Suunnittelu ensimmäisellä tunnilla, rakentaminen, testaaminen ja säätäminen toisella.)

* Oppilaat suunnittelevat sähkömagneetteja ensin yksin. Suunnittelun apuna käytetään Prototyypin suunnittelu -lomaketta.
* Esittele aineistoon pohjautuva päättely. Jaa ryhmille lomake: aineistoon pohjautuva päättely.
  + Tutustukaa yhdessä lomakkeeseen, jotta oppilaat osaavat sen täyttää.
* Opiskelijat käyvät suunnitteluideat läpi, ja valitsevat niistä yhden. Oppilaat täyttävät lomakkeen: suunnittelu ja perusteleminen. Tätä hyödyntäen he täyttävät loppuun lomakkeen: Prototyypin suunnittelu.
* Jos jää aikaa voi aloittaa prototyypin rakentamisen.

Vaiheet oppitunti II

* Muistutellaan mieleen, mitä asiakas pyysi selvittämään edellisellä tunnilla viestissään.

Mikä insinöörityöskentelyn vaihe tällä kertaa on? Huomaa, että mikäli oppilaat vielä suunnittelevat prototyyppiä, he ovat vielä suunnitteluvaiheessa. Kerro oppilaille aikataulusta. Tällä tunnilla pitäisi olla valmis - testattu - prototyyppi.

* Suunnitellaan testaaminen. Luokka voi päätyä johonkin ratkaisuun, mutta suositeltu menetelmä on seuraavanlainen:
* Laita kaksi laatikkoa vierekkäin ja lelu toiseen niistä.
* Oppilaat yrittävät nostaa lelun laatikosta toiseen.
* Toista 10 kertaa.

Mikä lasketaan onnistumiseksi? Keskustelkaa koko luokalla. (esim. kuusi voittoa kymmenestä)

* Oppilaat rakentavat prototyypit seuraamalla suunnitelmaansa. Jos he haluavat tehdä muutoksia, ne tulisi kirjata myös suunnitelmaan.
* Kun oppilaat ovat valmiita he voivat testata prototyyppejään. Heidän tulisi kirjata tulokset ylös. Jos aika riittää oppilaat voivat muokata prototyyppejään ja testat uudestaan.
* Keskustelkaa koko luokalla, prototyyppien piirteistä. (Mitä samaa, eroavaisuudet)
* Oppilaat täyttävät lomakkeen: Prototyypin testaus.

7. Sähkömagneetin kehittäminen

Tiivistelmä

Oppilaat ovat nyt testanneet prototyyppiään yhdellä lelulla. Nyt asiakas pyytää insinööritiimejä muokkaamaan prototyyppiä, mutta tällä kertaa useilla erilaisilla ja erikokoisilla leluilla. Oppilaat kehittävät prototyyppiään käyttäväen hyödyksi aiemmin oppimaansa. Sitten he testaavat muokattua prototyyppiä siirtämällä erilaisia ja erimassaisia leluja laatikosta toiseen. Oppilaat esittävät heidän parhaan mallinsa asiakkaalle posteriesityksenä. Posteri kuvaa saatuja tuloksia. LIsäksi posterista käy ilmi mitkä asiat ovat heidän suunnittelun aikana tekemiensä päätösten takana.

Ajankäyttö:

Kaksi 45 minuutin oppituntia

Välineet ja tarvikkeet:

Erilaisia leluja (erikokoisia ja erimassaisia, myös erimateriaaleja)

Rautaprikkoja

Kuumaliimapistooli ja kuumaliimaa

Erilaisia paristoja (AA, C ja D)

Pinnoitettua kuparilankaa (3 eri paksuutta)

Hauenleukoja Paristokoteloita (koot AA, C ja D)

Rautanauloja (4 eri kokoa)

Nauloja (ruostumaton teräs, kupari, galvanoitu

Rauapultteja (2 kokoa: ohut ja paksu)

Kartonkia

Tusseja

Muita materiaaleja osioilta 4 ja

Tavoitteena oppia:

* Muokkaamaan ryhmän prototyyppia vastaamaan uusia kriteereitä ja rajoituksia.
* Luomaan esityksen, joka ottaa yleisön huomioon, ja esittää ryhmän tulokset.
* Tekemään aineistoon pohjautuvia päätelmiä.

Ennen aloitusta:

* Valmistele testaus asemat. Testausasemia kannattaa olla ainakin 2. Testausasema koostuu kahdesta laatikosta (esim. kenkälaatikoita) ja lelusta, johon on kiinnitetty rautaprikka. Rautaprikan voi kiinnittää esimerkiksi kuumaliimalla.
* Kopioi seuraavat lomakkeet:
  + *Asiakkaan viesti (liite 14)*
  + *Uudelleen suunnittelun arviointi (liite 15, 1 per oppilas)*
  + *Itsearviointi (liite 16, 1 per oppilas)*
  + *Esityksen pisteytystaulukko (liite 17, 1 per ryhmä)*

Vaiheet oppitunti I

* Oppilaat lukevat asiakkaan viestin. Keskustelkaa viestistä ja uusista tavoitteista. Kysy oppilaita, mikä insinöörityöskentelyn vaihe tällä kertaa on. (Tulkitaan asiakkaan viestistä)
* Testaaminen on tällä kertaa hyvin saman tyylistä, kuin edellisellä kerralla.Tällä kertaa laatikossa on kuitenkin useita erilaisia leluja.Miten luokka ottaa huomioon uuden haasteen? Muutama suositus:
* Testaa erikokoisilla leluilla 10 kertaa kullakin. Kokonaisuudessaan 30 testiä. Jos testi onnistuu 12–18 kertaa, prototyyppi täyttää kriteerit. Oppilaat voivat sitten vertailla erikokoisten lelujen tuloksia.
* Testaa erikokoisilla leluilla 3 tai 4 kertaa kullakin. Kokonaisuudessaan 9 tai 12 testiä. Jos testi onnistuu 4–7 kertaa, prototyyppi täyttää kriteerit. Oppilaat voivat sitten vertailla erikokoisten lelujen tuloksia.
* Tee 10 testiä. Ryhmät saavat päättää miten jakavat testikerrat erikokoisten lelujen testaamiseen. Jos testi onnistuu 4–6 kertaa, prototyyppi täyttää kriteerit. Oppilaat voivat sitten vertailla erikokoisten lelujen tuloksia.
* Ryhmät suunnittelevat tarvittavat muutokset sähkömagneetteihinsa. Tarkoituksena on saada se toimimaan kolmella erilaisella lelulla. Suunnittelun jälkeen oppilaat vastaavat seuraaviin kysymyksiin.
* Mitä muutitte suunnitelmassanne?
* Miksi teitte nämä muutokset?
* Oppilaat rakentavat uuden suunnitelman mukaisen prototyypin.

*Jos on aikaa, oppilaat voivat aloittaa prototyypin testaamisen ja kehittämisen.*

Vaiheet oppitunti II

* Muistutellaan mieleen, mitä asiakas pyysi selvittämään edellisellä tunnilla viestissään.

Kerro oppilaille posteriesityksen vaatimukset. Oppilaiden tulee vakuuttaa asiakkaalle, että heidän suunnitelmansa täyttää kriteerit ja rajoitukset. Näytä esityksen pisteytystaulukko (Liite 17.)

* Oppilaat jatkavat prototyyppien rakentamista ja testaamista. Testaamisen tulokset tulisi kirjata ylös. Oppilaat myös täyttävät lomakkeen: uudelleen suunnittelun arviointi.
* Ryhmät valmistelevat posteriesityksen. Esityksessä on kuvaus heidän suunnitelmastaan (sanallinen ja kuvallinen), testitulokset, vahvuudet ja heikkoudet sekä aineistoon pohjautuvat perustelut päätöksistä.
* Ryhmät esittelevät lyhyesti posterinsa luokalle.
* Oppilaat täyttävät lopuksi itsearviointilomakkeen ensin yksin ja sitten ryhmänä (*liite 16.)*
* Kerro asiakkaan palaute seuraavan tunnin aluksi. Asiakas oli erittäin tyytyväinen tuloksiin ja oppilaiden tekemään työhön. Mainitse esimerkkejä suunnitelmista, jotka täyttivät kriteerit. Mainitse myös niitä, missä oli kattavasti perusteltu suunnitelman vaiheita.

Liite 1, osio 1, aloituskirje



Arvon insinööritiimit,

Meillä Galagtic Gamesilla on kaamea tilanne. Omistamme kourapelin nimeltään “Katinkullan kaivajat”, joka kiertää huvipuistoissa ja peliluolissa. Meidän korviimme on kuitenkin kantautunut huolestuttavia uutisia, että jotkin kourapelit ovat huijausta! Pelaaja ei voi voittaa! Vaikka tämä ei olisi totta meidän pelissämme, sillä ei ole merkitystä. Pelaajamme ovat menettäneet kiinnostuksensa peliin, koska ajattelevat, etteivät voi voittaa.

Näin ollen meidän pitää uudistaa peliämme. Haluamme korvata mekaanisen käden sähkömagneetilla toimivalla pyydystimellä. Tarvitsemme apuanne: teidän tulisi suunnitella prototyyppi sähkömagneetilla toimivasta pyydystimestä, jota voisimme käyttää kourapeleissämme. Yhtiöllämme on omat mekaanikot, jotka pystyvät valmistamaan ja korvaamaan peleihimme sopivat pyydystimet teidän prototyyppinne pohjalta. Teidän tulisi siis pystyä selittämään ja dokumentoimaan mekaanikoillemme, miten prototyyppinne toimii ja miten se valmistetaan. Mekaanikkomme tahtovat perusteltuja päätöksiä, koska haluavat varmistaa kaikkien osien oikean toiminnan ja yhteensopivuuden. Tahdomme, että peli olisi reilu pelaajillemme, mutta silti tarpeeksi haastava ja tuottoisa.

Teidän opettajanne on kontaktina tiimienne ja yhtiömme välillä.

Parhain terveisin,

Orion Nova

Galactic Games Johtaja

Liite 2, osio 1



Arvon insinööritiimit,

Kiitos erinomaisista kysymyksistä. Olen valmistellut useimpiin kysymyksiinne vastaukset, jotka välitän kontaktillenne. Olen tarjonnut hänelle myös muuta lisätietoa projektista.

Jos teillä projektin edetessä tulee muuta kysyttävää minulle tai mekaanikoillemme, voitte välittää kysymykset kontaktinne kautta. Arvostamme yhteistyötänne.

Parhain terveisin,

Orion Nova

Galactic Games Johtaja

Liite 3, osio 2



To: Insinööritiimit

From: [apollo.eos@galacticgames.com](mailto:apollo.eos@galacticgames.com),

CC: [halley.comet@galacticgames.com](mailto:halley.comet@galacticgames.com), [luna.titania@galacticgames.com](mailto:luna.titania@galacticgames.com), [orion.nova@galacticgames.com](mailto:orion.nova@galacticgames.com)

Re: Magneetit

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Hyvät insinööritiimit,

Lelujensuunnitteluryhmämme työstää paraikaa leluja uusiin kourapeleihin. He tajusivat, että useimmat lelut eivät reagoi suunnittelemanne pyydystimen kanssa. He suunnittelevat kiinnittävänsä leluihin lisäosat, jotka toimisivat sähkömagneetin kanssa, jolloin leluja saisi nostettua pyydystimellä. He tarvitsevat raportin siitä, mitkä materiaalit olisivat sopivimpia lisäosiin. Olemme lähettäneet teille testattavaksi eri materiaaleja. Testatkaa materiaaleja ja raportoikaa, mitkä materiaalit toimisivat parhaiten sähkömagneettisen pyydystimen kanssa.

Kiitos,

Apollo

Liite 4, osio 2 **Magneettitutkimus**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Väite** | **Ennen: Kuinka voit selvittää?** | **Jälkeen: Tiedän nyt, koska...** |
| **1. Kaikilla magneeteilla on kaksi napaa.**  \_\_\_ Kyllä \_\_\_ Ei  \_\_\_ Riippuu tilanteesta \_\_\_ En ole varma  Omat ajatukset: |  |  |
| **2. Magneetti vetää kaikkia metalleja puoleensa.**  \_\_\_ Kyllä \_\_\_ Ei  \_\_\_ Riippuu tilanteesta \_\_\_ En ole varma  Omat ajatukset: |  |  |
| **3. Suuret magneetit ovat voimakkaampia kuin pienet magneetit.**  \_\_\_ Kyllä \_\_\_ Ei  \_\_\_ Riippuu tilanteesta \_\_\_ En ole varma  Omat ajatukset: |  |  |
| **4. Magneettinen vuorovaikutus voi läpäistä muita materiaaleja.**  \_\_\_ Kyllä \_\_\_ Ei  \_\_\_ Riippuu tilanteesta \_\_\_ En ole varma  Omat ajatukset: |  |  |

Liite 5, osio 2, itsearviointi

ITSEARVIOINTI

NIMI: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Mitä vaihetta tai vaiheita ryhmänne teki tänään insinöörin suunnitteluprosessissa? *(Ympyröi)*

**Määritä Opiskele Suunnittele Valmista Testaa Päätä Uudelleensuunnittelu**

Miten osallistuin? *(valitse yksi kohta)*

* 1. Annoin ryhmäni tehdä kaiken työn.
  2. Autoin ryhmääni jonkin verran.
  3. Tein sen, mitä minun tänään odotettiinkin tekevän.
  4. Tein enemmän kuin mitä minun odotettiin tekevän.

Miksi valitsit kyseisen vastauksen (a, b, c tai d)?

Yksi asia, jossa onnistuin:

Yksi asia, jossa voisin parantaa:

Liite 6, osio 3



To: Insinööritiimit

From: [apollo.eos@galacticgames.com](mailto:apollo.eos@galacticgames.com),

CC: [luna.titania@galacticgames.com](mailto:luna.titania@galacticgames.com), [halley.comet@galacticgames.com](mailto:halley.comet@galacticgames.com), [orion.nova@galacticgames.com](mailto:orion.nova@galacticgames.com)

Re: Sähkömagneettikokeet

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Kiitos hyvästä työstä! Lelusuunnitteluryhmämme tulee käyttämään ehdottamianne materiaaleja lelujen lisäosien valmistamiseen. Jatkakaa samaan malliin!

Tänään teidän tulee ryhtyä tutkimaan sähkömagneetteja. Teidän tulee tietää, miten ne toimivat, ennen kuin voitte aloittaa suunnittelun. Haluamme tietää, mitkä muuttujat vaikuttavat sähkömagneetin toimintaan. Olemme lähettäneet teille muutaman yksinkertaisen mallisähkömagneetin, joita voitte tutkia.

Apollo

Liite 7, osio 4



To: Insinööritiimit

From: [orion.nova@galacticgames.com](mailto:orion.nova@galacticgames.com)

CC: [luna.titania@galacticgames.com](mailto:luna.titania@galacticgames.com), [apollo.eos@galacticgames.com](mailto:apollo.eos@galacticgames.com), [halley.comet@galacticgames.com](mailto:halley.comet@galacticgames.com)

Re: Sähkömagneettikokeet

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Kontaktinne jakoi meille tekemänne listan ja olemme hyvin vaikuttuneita työstänne. Haluaisimme, että jatkatte johdinkierrosten lukumäärän vaikutusta sähkömagneetin voimakkuuteen tutkimista. Uskomme, että kyseinen muuttuja on merkittävässä roolissa sähkömagneetin suunnittelussa. Tiedän tulisi suunnitella kontrolloitu koe, jolla voitte luotettavasti selvittää tuloksen. Kerätkää data ja raportoikaa tuloksenne 2-3 lauseella.

Orion

Liite 8. Osio 5.



**To:** Insinööritiimit

**From:** luna.titania@galacticgames.com

**CC:** apollo.eos@galacticgames.com, halley.comet@galacticgames.com, orion.nova@

galacticgames.com

**Re:** Sähkömagneettikokeet

Hei!

Saimme kokeidenne tulokset kierrosten lukumäärästä. Näiden tulosten pohjalta tarvitsemme apuanne jälleen. Toivoisimme jokaisen ryhmän tekevän toisen työn sähkömagneetteihin liittyen.

Valitkaa toinen muuttuja, jota testaatte. Raportoikaa takaisin, mitä olette oppineet. Liittäkää raporttiin taulukko ja kuvaaja tuloksista.

Lista muuttujista, joita haluaisimme teidän tutkivan lisää:

1. Materiaali, jonka ympärille johto on kieritetty
2. Johdon paksuus
3. Paristojen lukumäärä
4. Paristojen jännite
5. Hauenleukojen lukumäärä
6. Ytimen pituus
7. Ytimen paksuus

Kiitollisin terveisin,

Luna

Liite 9. Osio 6.



**To:** Insinööritiimit

**From:** orion.nova@galacticgames.com

**CC:** halley.comet@galacticgames.com, apollo.eos@galacticgames.com, [luna.titania@galacticgames.com](mailto:luna.titania@galacticgames.com)

**Re:** Suunnitteleminen

Hienoa! Mahtavaa työtä.

Deadline lähestyy. Tarvitsemme jokaisen ryhmän suunnittelutyötä. Suunnitelkaa ja rakentakaa prototyyppi sähkömagneettisesta pyydystimestä huomisiltaan mennessä. Liittäkää suunnitelmaan kuva prototyypistä. Muistakaa perustella päätöksenne.

Suunnittelussa teidän tulee huomioida seuraavat kriteerit:

* Prototyypin tulee olla sähkömagneetti, joka liitetään runkoon, ei kouraan.
* Suunnittelun päätökset tulee perustella aineistoa käyttämällä.
* Käyttäjän pitäisi pystyä voittamaan joskus, ei aina.
* Saatte käyttää vain määrättyjä materiaaleja.
* Teillä on yksi oppitunti aikaa suunnitella prototyyppi, ja yksi oppitunti luoda prototyyppi.

Olemme lähettäneet teille näytelelun metalliprikalla varustettuna. Voitte käyttää sitä prototyyppinne testaamiseen.

Luottavaisin terveisin

Orion

Liite 10. Prototyypin suunnittelu; Osio 6.

Prototyypin suunnittelu

Ohjeet: Itsenäisesti, tee suunnitelma ainakin kahdesta ideasta sähkömagneettisen pyydystimen toteuttamiseksi. Jos haluat tehdä useamman, jatka kääntöpuolelle tai toiselle vihkon sivulle.

|  |  |
| --- | --- |
| Idean suunnitelma | Miksi ajattelet tämän idean toimivan? |
| Idea #1 |  |
| Idea #2 |  |

Vastaa seuraaviin kysymyksiin koskien suunnitelmiasi.

1. Mitkä ovat suunnitelmasi hyviä ja huonoja puolia?

Vastaa seuraavaan kysymykseen, kun ryhmäsi on valinnut suunnitelman testattavaksi.

1. Minkä ratkaisun ryhmäsi valitsi ja miksi?

Liite 11. Osio 6

Suunnittelu ja perustelu

1. Täytä taulukko asioilla, joita ryhmänne käytti. Selitä miksi käytitte niitä. Käytä aineistoa perustelun tukena.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Mitä käytitte? | Miksi käytitte, jonkin muun sijasta? |
| Paristotyyppi |  |  |
| Paristojen lukumäärä |  |  |
| Kuparilangan paksuus |  |  |
| Esine, jonka ympärille kuparilanka kieritettiin |  |  |
| Johdinkierrosten lukumäärä |  |  |
| Muu |  |  |

1. Hahmotelkaa alle yksityiskohtainen prototyyppi. Nimetkää kaikki prototyypin osat ja materiaalit.

Liite 12. Osio 6.

Aineistoon pohjautuva päättely

|  |  |
| --- | --- |
| Ongelma, kriteerit ja rajoitukset   * Selitä asiakkaan ongelma, joka tulee ratkaista. Miksi se on tärkeää ratkaista? * Listaa kriteerit ja rajoitukset, joilla päätät, mikäli ratkaisunne on toimiva. | |
| Ongelma:  Kriteerit:  Rajoitukset: | |
| Oletusten yksinkertaistaminen   * listaa asioita, jotka saattavat olla tärkeitä, mutta mitkä jätätte huomioimatta. | |
|  | |
| Suunnitelma #\_\_ | Aineisto/todisteet |
|  |  |

|  |
| --- |
| Perusteleminen   * Miksi ajattelette, että suunnitelmanne on toimiva?   Selittäkää, miten aineisto ja todisteet tukevat suunnitelmaanne kriteerien ja rajoitusten toteuttamista. |
|  |

Liite 13. Osio 6 . Prototyypin testaus

1. Mitä ovat testaamisenne tulokset?
   1. oma vastaus:
   2. ryhmän vastaus:
2. Mitä opit prototyyppinne toiminnasta testeissä?
   1. oma vastaus:
   2. ryhmän vastaus:
3. Mitä muutoksia aiot tehdä testien perusteella?
   1. oma vastaus:
   2. ryhmän vastaus:
4. Miksi aiot tehdä nämä muutokset? Ajattele testien tuloksia ja asoita joita olet oppinut luonnonteiteistä ja matematiikasta.
   1. oma vastaus:
   2. ryhmän vastaus:
5. Miten prototyyppinne täyttää ongelman kriteerit ja rajoitukset?
   1. oma vastaus:
   2. ryhmän vastaus:
6. Miten prototyyppinne ei täytä ongelman kriteereitä ja rajoituksia?
   1. oma vastaus:
   2. ryhmän vastaus

Liite 14. Osio 7.



**To:** Insinööritiimit

**From:** halley.comet@galacticgames.com

**CC:** luna.titania@galacticgames.com, apollo.eos@galacticgames.com, [orion.nova@galacticgames.com](mailto:orion.nova@galacticgames.com)

**Re:** Final Design Due

Hei!

Kiitos kovasta työstä suunnittelun, rakentamisen ja testaamisen parissa! Olemme todella vakuuttuneita tuloksista, mutta tarvitsisimme hieman realistisemman testin.

Tällä kertaa lähetimme teille lelupaketin. Huomaatte, että siellä on kolmen kokoisia leluja – pieniä, keskikokoisia ja isoja. Teidän tulee valita erikokoisia leluja, ja testata mitä niistä saatte nostettua. Ennen testejä, kehittäkää sähkömagneettista pyydystintä ja varmistakaa, että kaikki kriteerit ja rajoitukset täyttyvät.

Haluaisimme, että kaikki lelut siirtyvät pyydystimen avulla 4–6 kertaa kymmenestä. Lisäksi haluaisimme, että pelaajat voittavat useammin pieniä, kuin isompia leluja. Jos muuteltu prototyyppi ei vastaa kriteereitä, teidän on kehitettävä sitä edelleen.

Kun olette valmiit, valmistelkaa posteri, joka selittää suunnitelmanne, miksi se on tehty, niin kuin se on tehty ja miten onnistunut se teidän mielestä on.

Opettajallanne on teille tarkat ohjeet millaisen haluamme posterinne olevan. Toivomme, että olette valmiita huomisiltaan mennessä.

Kiitos jälleen kovasta työstä,

Halley

Liite 15. Osio 7

Uudelleen suunnittelun arviointi

Ohjeet: Vastaa kysymyksiin lopullisesta prototyypistänne.

1. Mitä ovat testienne tulokset?

Oma vastaus

Ryhmän vastaus

1. Paransiko uudelleen suunnittelu tuloksianne? Miksi, miksi ei?

Oma vastaus

Ryhmän vastaus

1. Jos voisitte suunnitella uudelleen vielä kerran, mitä muuttaisitte?

Oma vastaus

Ryhmän vastaus

Liite 16. Osio 7

**Itsearviointi**

Ohjeet: Vastaa kysymyksiin ensin yksin, ja sitten yhdessä ryhmän kanssa.

1. Miten käsityksesi ongelmasta muuttui suunnitteluprosessin aikana?

Voit katsoa, miten olet määritellyt ongelman eri vaiheissa.

Ota huomioon asiakkaan vaatimukset, kriteerit ja rajoitukset sekä tieteellinen ja matemaattinen tieto, jota olet tarvinnut ongelman ratkaisussa.

Oma vastaus:

Ryhmän vastaus:

1. Miten käsityksesi suunnittelun vaiheista on muuttunut prosessin aikana?

Voit katsoa miten suunnitelmasi on muuttunut eri vaiheissa.

Ota huomioon, miten teit päätökset ratkaistaksesi ongelman.

Oma vastaus:

Ryhmän vastaus:

Liite 17. Osio 7

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Vaaditut osat:  Ongelman asettelu,  yksinkertaistavat oletukset,  suunnitelman kuvaus,  piirrustus, aineisto,  selitykset, perustelu ja päättely | Enemmän kuin kolme vaadittua osaa puuttuu | Kaksi tai kolme vaadittua osaa puuttuu | Yksi vaadittu osa puuttuu | Vaadittuja osia ei puutu |
| Täyttääkö sähkömagneetti kriteerit? | Sähkömagneetti  ei nosta lelua kertaakaan | Sähkömagneetti  nostaa lelun joka kerta | Sähkömagneetti nostaa lelun yli 8 tai alle 3 kertaa 10:stä | Sähkömagneetti  nostaa lelun ainakin 4, mutta korkeintaan 7 kertaa 10:stä |
| Sähkömagneetin kuvaus | Kuvaus sisältää korkeintaan kolme seuraavista:   * kierrosten lukumäärä * kuparilangan paksuus * paristojen lukumäärä * paristojen koko * hauenleukojen lukumäärä * ytimen materiaali | Kuvaus sisältää 4 seuraavista:   * kierrosten lukumäärä * kuparilangan paksuus * paristojen lukumäärä * paristojen koko * hauenleukojen lukumäärä * ytimen materiaali | Kuvaus sisältää 5 seuraavista:   * kierrosten lukumäärä * kuparilangan paksuus * paristojen lukumäärä * paristojen koko * hauenleukojen lukumäärä * ytimen materiaali | Kuvaus sisältää kaikki seuraavista:   * kierrosten lukumäärä * kuparilangan paksuus * paristojen lukumäärä * paristojen koko * hauenleukojen lukumäärä * ytimen materiaali |
| Aineisto | Aineistoa ei ole esitetty | Jonkun verran aineistoa on annettu, mutta sitä ei ole kerätty tai esitetty selkeästi tai oikein | Jonkun verran aineisto on annettu. Ne on esitetty selkeästi ja oikein. Kuitenkin aineistoa olisi tarvittu enemmän. | Kaikki tarvittava aineisto on annettu, ja se on esitetty selkeästi ja oikein. |
| Suunnitteluvaihdeiden perustelut | Suunnitelmalle ei ole annettu perusteluja | Perusteluja ei ole liitetty suunnitteluun, etkä aineistoon | Perustelut on liitetty suunnitelmaa, mutta niitä ei ole perusteltu aineistolla | Perusteluista käy selkeästi ilmi, miten aineistoa on käytetty suunnittelun eri vaiheissa |
| Ryhmätyö | Jotkut ryhmänjäsenet eivät osallistuneet suunnittelu- tai esitysvaiheeseen | Kaikki jäsenet osallistuivat suunnittelu- ja esitysvaiheeseen, mutta työ ei jakautunut tasan | Kaikki jäsenet osallistuivat tasapuolisesti suunnittelu- TAI esitysvaiheessa, mutta ei molemmissa | Kaikki jäsenet osallistuivat tasapuolisesti sekä suunnittelu- että esitysviheessa |
| Poster | Posteri on sekava, huonosti organisoitu ja vaikea lukea | Posteri on organisoitu, mutta edelleen sekava ja vaikea lukea | Posteri on hyvin organisoitu ja helppo lukea | Posteri on hyvin organisoitu, helppolukea ja pääasiat on hyvin korostettu. |

Esityksen pisteytystaulukko