



Gefinancierd door de Europese Unie. De geuite standpunten en meningen zijn echter alleen die van de auteur(s) en komen niet noodzakelijkerwijs overeen met die van de Europese Unie of het Europees Uitvoerend Agentschap onderwijs en cultuur (EACEA). Noch de Europese Unie, noch het EACEA kan hiervoor verantwoordelijk worden gesteld.

STEAME ACADEMY

LEER- EN CREATIVITEITSPLAN VOOR ONDERWIJSFACILITERING (L&C-PLAN) - NIVEAU 2 STUDENT-LEERKRACHTEN: **Harmonie – de schoonheid van wiskunde**

S

T

Eng

A

M

Ent



1. Overzicht

Titel	Harmonie – de schoonheid van de wiskunde. Wiskunde in kunst en natuur.			
Drijvende vraag of onderwerp	<i>Hoe wordt harmonie gedefinieerd in de wiskunde en in de kunsten (beeldende kunst en muziek)?</i> <i>Hoe wiskundige concepten werken in de kern van wat we een lust voor het oog en het oor vinden? Wat is de gulden snede ("de goddelijke verhouding", "verhouding van schoonheid") en waar is deze terug te vinden in de vormen van levende organismen, schilderijen, sculpturen en gebouwen? Is wiskunde de taal van de natuur?</i>			
Leeftijden, cijfers, ...	14-15 jaar oud	8-9 cijfers		
Duur, tijdlijn, activiteiten	18 lessen	18 lessen met elk een duur van 40 minuten.		1 of 2 lessen per week gedurende 9-18 opeenvolgende weken
Afstemming van het curriculum	Wiskunde, Kunst (beeldende kunst, muziek), Biologie, IT (Grafisch Ontwerp) Het leren van de wiskundige basis van de harmonietheorie – van de school van Pythagoras, Platonische lichamen en de geometrische definitie van de gulden snede door Euclides, via de bijdragen van beroemde Europese wiskundigen zoals Leonardo Fibonacci, François Lucas, Luca Pacioli, Jacques Binet, Jacob Bernoulli, Johannes Kepler en anderen tot de meer recente veralgemeningen van de gulden snede genaamd metallische middelen door Vera W. de Spinadel. Leren hoe deze fundamentele wiskundige concepten terug te vinden zijn in kunstwerken, design en architectuur, de kosmos en de levende natuur. Het belang van wiskunde als het ultieme middel om de wereld om ons heen te begrijpen en vorm te geven.			
Medewerkers, partners	<i>Kunstgalerieën, Historische musea, Grafisch ontwerp bureau</i>			
Samenvatting - Synopsis	<i>In eerste instantie krijgen de leerlingen les van een wiskundeleraar die hen kennis laat maken met de wiskundige definitie van harmonie en de geometrische aspecten ervan. De wiskundeleraar volgt de historische ontwikkeling van het concept van harmonie en legt de nauwe banden met de kunsten en de studie van het universum en de levende natuur uit en onderstreept deze. Eerst leren de leerlingen over de gulden snede, de meetkundige definitie ervan en dat het de positieve wortel is van een bepaalde</i>			

kwadratenvergelijking. Vervolgens leren de studenten over enkele veralgemeningen van de gulden snede - de zilversnede en andere metalen middelen, hoe ze ook kunnen worden gedefinieerd als wortels van kwadratische vergelijkingen en hun verband met regelmatige veelhoeken. Ze leren ook over de verbanden van deze irrationele getallen met beroemde getallenreeksen, zoals de Fibonacci-, Lucas- en Pell-getallen. De studenten lossen meetkundige en algebraïsche problemen op met betrekking tot de gulden en andere secties.

Een biologieleraar legt de leerlingen uit waar de gulden snede en de Fibonacci-spiraal (logaritmische spiraal met de gulden snede als groeifactor, d.w.z. de groeispiraal) te vinden zijn in verschillende vormen van levende organismen. De kunstdocent (beeldende kunst, bij voorkeur met ervaring in grafisch of logo-ontwerp) laat de studenten kennismaken met het concept van harmonie in de kunsten, met beroemde werken van schilders (bijvoorbeeld Leonardo da Vinci, Salvador Dali) en beeldhouwers (bijvoorbeeld Phidias), artefacten en gebouwen van de oudheid tot de moderne tijd die gebaseerd zijn op de gulden snede of zilversnede.

Een IT-leraar of de kunstleraar laat de studenten kennismaken met enkele basisfuncties van computersoftware die kunnen worden gebruikt voor afbeeldingen en logo-ontwerp, zoals Adobe Photoshop, Illustrator, Corel Draw, Wix Logo Maker, Canva, Adobe Express, Ucraft, GIMP of andere.

(Optioneel) Een muzikleraar legt de leerlingen uit hoe het concept van harmonie in de muziek gebaseerd is op hetzelfde principe als in de wiskunde – ideeën die teruggaan tot de school van Pythagoras over de harmonische reeksen, muzikale intervallen en muzikale afstanden die een lust voor het menselijk oor klinken.

De leerlingen kunnen op internet surfen en/of samen met de wiskunde- en kunstdocent kunstgalerijen en musea bezoeken om verschillende kunstwerken te bekijken en de gulden snede en andere harmonierelaties die daarin worden gepresenteerd, te bespreken.

Vervolgens wordt met behulp van de schoolleiding een ontmoeting met een professionele grafisch ontwerper georganiseerd. De grafisch ontwerper legt de studenten ook uit hoe ze software kunnen gebruiken om een eenvoudig logo of een eenvoudig digitaal kunstwerk te ontwerpen en hoe ze de concepten van harmonie kunnen integreren om het esthetischer te maken. De ontwerper presenteert aan de studenten enkele van hun kunstwerken of werken van andere ontwerpers die hij/zij mooi en inspirerend vindt door uit te leggen hoe zij gebruik maken van de gulden snede (harmonie).

In de volgende fase ontwikkelen de studenten, bijgestaan door de kunstdocent (of IT-docent) en de grafisch ontwerper, hun eigen project voor een logo-ontwerp (voor een echt of denkbeeldig merk naar keuze van de student) of digitaal kunstwerk dat verband houdt met de gulden snede of een ander metalen middel. Ter inspiratie kunnen ze natuurlijke vormen gebruiken zoals onderwezen door de biologieleraar en op internet surfen (Google of websites zoals Pinterest) om enkele digitale ontwerpen te bekijken. De leerlingen kunnen hun ontwerpen eerst schetsen met potloden op papier, deze bespreken met de tekenleraar en vervolgens tekenen met de grafische of logo-ontwerpssoftware die is gekozen door de IT-leraar en de grafisch ontwerper.

In de laatste fase kunnen de kunstwerken van de leerlingen worden afgedrukt en tentoongesteld op een schooltentoonstelling en met hen worden besproken. Elke leerling kan aan de docenten en zijn/haar leeftijdsgenoten uitleggen waar

	ze de inspiratie vandaan hebben gehaald en hoe ze de concepten van harmonie uit de wiskunde en de beeldende kunsttheorie hebben verwerkt . Het werk aan dit onderwerp duurt 18 uur.
Referenties, Dankbetuigingen	Alexey Stakhov, Scott Olsen, De wiskunde van harmonie, Wereld Wetenschappelijk, 2009. Gary B. Meisner, De gulden snede: de goddelijke schoonheid van wiskunde, Race Point Publishing, 2018. John Stillwell, Wiskunde en haar geschiedenis, 3e ed., Springer, 2010. Mario Livio, De gulden snede: het verhaal van Phi, het meest verbazingwekkende nummer ter wereld, Broadway, 2002, ISBN: 978-0767908153. Alfred S. Posamentier, Ingmar Lehmann, De glorieuze gulden snede, Prometheus Books, 2011. Thomas Koshy, Fibonacci en Lucas Getallen met toepassingen, tweede editie, Wiley, 2018. Alfred S. Posamentier, Ingmar Lehmann, De fantastische Fibonacci-getallen, Prometheus Books, 2007. Vera W. de Spinadel, Getaltheorie en Kunst, ISAMA The International Vereniging van Kunsten, Wiskunde en Architectuur, 415-421. Vera W. de Spinadel, De familie van metalen middelen, http://www.mi.sanu.ac.rs/vismath/spinadel/ Vera W. de Spinadel, Nieuwe Smarandache-sequenties. In: Handelingen van de eerste internationale conferentie over Smarandache-typenoties in de getaltheorie, 21-24 Augustus 1997. Lupton: De Amerikaanse Pers van het Onderzoek; 1997, ISBN 1-879585-58-8, 81116. Dan Pedoe, Meetkunde en de beeldende kunst (Dover Books on Mathematics), Dover Publications, 2011, ISBN 978-0486244587. Gabriele Cappellato, Nicoletta Sala, Verbindingen tussen wiskunde, kunst en architectuur, Nova, 2019, ISBN: 978-1-53615-195-4. BBC Hoe muziek werkt, deel 3 Harmonie https://www.youtube.com/watch?v=KwRHu8T1ICs

2. STEAME ACADEMY-kader*

Samenwerking van leerkrachten	Leraar 1: Wiskundeleraar – legt de leerlingen de wiskundige basistheorie van harmonie in meetkunde en algebra uit. Docent 2: Docent Kunst (docent beeldende kunst, bij voorkeur met enige ervaring in grafisch of logo-ontwerp) – legt de studenten uit hoe de theorie van harmonie wordt toegepast in de beeldende kunst door hen kennis te laten maken met kunstwerken van schilders, beeldhouwers, architecten en historische artefacten waarin de gulden snede of andere metalen middelen te vinden zijn. Leraar 3: IT-leraar – een IT-leraar (of de kunstleraar) legt de leerlingen uit hoe een basis grafische ontwerpsoftware kan worden gebruikt voor eenvoudig logo-ontwerp. Leraar 4: Biologieleraar – legt de leerlingen uit hoe de gulden snede een speciale betekenis heeft in de natuur, omdat deze in verschillende levende vormen wordt aangetroffen, waaronder het menselijk lichaam. (Optioneel) Leraar 5: Muziekleraar – legt de leerlingen de basisprincipes van de westerse muzikale harmonie uit – intervallen, harmonischen (boventonen), drieklanken, kwinten, akkoorden (drieklanken – majeur- en mineurdrieklanken,
-------------------------------	---

STEAME in Life (SiL) organisatie	<i>tonica, dominant- en subdominantakkoorden), akkoordenschema's en hoe een eenvoudige melodie te harmoniseren. Legt ook uit hoe de gulden snede door componisten is gebruikt om een gevoel van harmonie en tevredenheid bij de luisteraars op te roepen.</i> <i>Ontmoeting met professionele grafische/logo-ontwerpers. Bezoek aan een grafische ontwerpstudio.</i>
Formulering van het actieplan	Stap 1. Verwerving van theoretische kennis. <i>De studenten leren over de theoretische principes van harmonie in de wiskunde en hoe deze worden toegepast in de biologie en de kunsten – beeldende kunst en muziek.</i> Stap 2. Verwerving van computervaardigheden. <i>De studenten leren over de basisfuncties van grafische ontwerpsoftware en hoe ze met behulp daarvan een eenvoudig logo of digitaal kunstwerk kunnen maken.</i> Stap 3. Discussies en inspiratie. <i>De leerlingen discussiëren onderling en met de kunst- en wiskundeleraars over de aanwezigheid van harmonie, voornamelijk de gulden en zilverterhoudingen, in verschillende vormen die door de mens of de natuur zijn gecreëerd, bezoeken kunstgalerijen en musea en analyseren digitale kunstwerken die op internet zijn gevonden. Een professionele grafisch ontwerper laat de studenten ook kennismaken met digitale kunstwerken en legt uit wat ze een lust voor het menselijk oog (hersenen) maakt. De studenten halen inspiratie uit natuurlijke vormen en kunstwerken om hun eigen ontwerpen te maken waarin de principes van harmonie zijn verwerkt. Hiervoor kunnen ze visionboards maken (op papier of digitale creatieve borden, bijvoorbeeld in Canva.com) om hen te helpen hun artistieke ideeën beter te ontwikkelen en inspiratie op te doen.</i> Stap 4. Creatief worden. <i>De studenten plannen en ontwikkelen hun kunstprojecten die verband houden met de gouden, zilveren of andere metaalverhoudingen onder begeleiding van de kunstleraar en de professionele grafisch ontwerper. De ontwerper laat de studenten kennismaken met de stappen die nodig zijn voor de realisatie van een dergelijk ontwerpproject voor een eenvoudig logo of digitaal kunstwerkontwerp - van het schetsen van het hoofdidee tot het tekenen ervan met computersoftware.</i> Stap 5. Tentoonstelling van kunstwerken en evaluatie van studenten. <i>De studenten presenteren hun kunstwerken op een tentoonstelling en delen met hun leraren en collega's hoe ze de principes van harmonie hebben verwerkt en wat hen inspireerde om hun werken te maken. Elke leraar volgt de methodologie van het beoordelingsniveau, d.w.z. beoordeelt de kennis, presentatie en communicatieve vaardigheden van studenten. De studenten kunnen stemmen op het beste ontwerp.</i>

** in ontwikkeling van de laatste elementen van het kader*

Leerdoelen en doelstellingen

Na afronding van de opleiding moeten de studenten het volgende weten:

- Hoe harmonie wordt gedefinieerd in de wiskunde.
- Wat de gulden snede is, basisinformatie over de Fibonacci-getallen en de gouden spiraal en hoe deze in verschillende natuurlijke vormen aanwezig zijn.
- Hoe de gulden snede kan worden veralgemeend om andere verhoudingen te verkrijgen, de zogenaamde metaalverhoudingen. Welke geometrische figuren deze verhoudingen bevatten – gouden driehoeken, regelmatige veelhoeken en andere. Geometrische methoden voor het delen van een lineair segment in gulden snede.
- Hoe wiskundige principes bepalen wat er aangenaam uitzielt voor het menselijk oog (brein) – gulden snede in de kunstwerken: schilderijen, sculpturen en gebouwen, van de oudheid tot de digitale kunst van vandaag.
- Hoe harmonie wordt gedefinieerd in de muziektheorie. Wat zijn de basisregels van de westerse muzikale harmonie en hoe beïnvloedt het onze emoties. Hoe wiskundige principes ons helpen te begrijpen wat aangenaam klinkt voor het menselijk oor (hersenen).
- Hoe grafische ontwerpsoftware werkt en hoe deze kan worden gebruikt voor het maken van een eenvoudig logo en digitaal kunstwerk.

Leerresultaten en verwachte resultaten

Studenten begrijpen de wiskundige basisprincipes van harmonie en waar ze te vinden zijn in de levende natuur en beroemde kunstwerken.

Verwerving van basisvaardigheden voor software voor grafisch computerontwerp.

Na het voltooien van de lessen kunnen de studenten:

- De wiskundige basisprincipes van harmonie begrijpen en uitleggen.
- Uitleggen hoe de wiskundige theorie van harmonie werkt in de natuur, beeldende kunst en muziek.
- Om kunstwerken te analyseren op de aanwezigheid van de gulden snede of zilversnede.
- Om visionboards te maken en te gebruiken om hen te helpen een artistiek idee te ontwikkelen.
- Om inspiratie te putten uit de natuur en kunstwerken.
- Om een eenvoudig logo of ander digitaal kunstwerk te maken met een grafische ontwerpsoftware.

Voorkennis en vereisten

De studenten moeten in staat zijn om:

- Om kwadratische vergelijkingen op te lossen en vertrouwd te raken met irrationele getallen en voortgezette breuken.
- Kennis bezitten van geometrische basisfiguren – driehoeken en regelmatige veelhoeken.
- Om creatief te zijn en nieuwe ideeën te genereren.
- Om te presenteren aan een publiek.

Verwachte resultaten:

- Beter en dieper begrip van wiskundige basisideeën over harmonie en hun verband met biologie en kunst.
- Digitale kunstwerken gewijd aan de gulden snede of zilversnede.
- Ontwikkelen en vergroten van wiskundige kennis en esthetische percepties.

Motivatatie, methodologie, strategieën, steigers	<i>Een belangrijke taak van dit plan is het ontwikkelen van een dieper begrip van het belangrijke wiskundige concept van harmonie, voornamelijk door te leren over de gulden snede en hoe deze te vinden is in verschillende vormen van de levende natuur, inclusief het menselijk lichaam, evenals in beroemde kunstwerken - schilderijen, sculpturen, architectuur en enz. Deze lessen zijn bedoeld om de wiskundige kennis van studenten te vergroten en om de cruciale rol te onderstrepen die wiskunde speelt bij het verkennen, begrijpen en vormgeven van de wereld om ons heen. Het andere belangrijke doel van deze lessen is om het creatieve denken, de esthetiek en de artistieke vaardigheden van studenten te verbeteren en hen te inspireren om te zoeken naar verborgen verbanden tussen wiskunde en andere vakken. Wiskunde als bron van artistieke inspiratie. De gebruikte methoden omvatten het implementeren van intra-subject verbanden tussen algebra en meetkunde, evenals interdisciplinaire verbanden tussen wiskunde, natuurwetenschappen (biologie) en de kunsten. De studenten zullen hun eigen kunstwerken maken met behulp van computersoftware (IT) waarbij de wiskundige principes van harmonie worden toegepast. De belangrijkste motivatie van dit plan is om wiskunde te gebruiken om studenten te inspireren om creatiever te zijn en om hen te laten zien hoe mooi wiskunde is.</i>
--	---

4. Voorbereiding en middelen

Voorbereiding, Ruimte-instelling, Tips voor het oplossen van problemen	<i>In verschillende stadia van het werk veranderen leraren hun leidende rol. In de beginperiode is de hoofddocent de wiskundeleraar die de theoretische kennis over harmonie in meetkunde en algebra presenteert. Zij/hij geeft verschillende rekenproblemen aan de leerlingen en faciliteert hen bij het vinden van de juiste oplossingen. In de volgende fase spelen de biologie- en de kunstleraar (en eventueel ook de muziekleraar) de sleutelrol door de studenten uit te leggen hoe wiskundige concepten van harmonie in hun vakken worden toegepast. Alle docenten (elk volgens hun competenties) werken samen met de studenten om hun problemen op te lossen, waardoor het interdisciplinaire karakter van projectmatig leren wordt aangetoond. Er wordt gebruik gemaakt van educatieve bronnen, digitaal en papieren materiaal met de bijbehorende referenties die nodig zijn voor de uitvoering van het leerplan.</i>
Middelen, gereedschappen, materiaal, bijlagen, uitrusting	<i>Studenten werken in de klas en in een computerlokaal terwijl ze nieuwe kennis en vaardigheden opdoen. Ze discussiëren samen als een team in een STEAM-centrum of een andere beveiligde omgeving met hun docenten. Leraren moeten over de juiste leermiddelen beschikken, zoals presentaties, video's, praktijkvoorbeelden, enz. Enkele materialen en video's die kunnen worden gebruikt voor de eerste motivatie van studenten over het onderwerp zijn de volgende:</i> ● <i>Gulden snede in kunst en natuur</i> https://www.thecollector.com/what-is-the-golden-ratio-and-how-does-it-apply-to-art/ ● <i>Gulden snede in de kunst</i> https://blog.artsper.com/en/a-closer-look/golden-ratio-in-art/ ● <i>PBS. De gulden snede: mythe of wiskunde?</i> https://www.youtube.com/watch?v=1Jj-sJ78O6M ● <i>De magie van de Fibonacci-getallen – Waarom leren we wiskunde?</i> https://www.youtube.com/watch?v=SjSHVDfXHQ4 ● <i>Mario Livio, De gulden snede en esthetiek,</i>

Gezondheid en veiligheid	https://plus.maths.org/content/golden-ratio-and-aesthetics ● Metalen getallen: Voorbij de gulden snede: Deel 1: https://plus.maths.org/content/silver-ratio Deel 2: https://plus.maths.org/content/part-ii ● Dann Passoja, variaties op een thema van de zilversnede https://www.researchgate.net/publication/288496866_Variations_on_a_Theme_of_the_Silver_Ratio ● Muziek uit de Fibonacci-nummers https://www.youtube.com/watch?v=IGJeGOW8TzQ ● Harmonie in muziek – https://www.youtube.com/watch?v=KwRHu8T1ICs De docenten gebruiken ook de referenties op de eerste pagina van dit plan, evenals: ● Communicatie- en samenwerkingsplatforms - Google Meet, Google Classroom, Zoom, Skype, enz. ● E-learningplatform - Google klaslokaal, Moodle, enz. Studenten en docenten werken in een gezonde en veilige omgeving.
---------------------------------	---

5. Uitvoering

Educatieve activiteiten, procedures, reflecties	Dit plan is ontwikkeld met de nadruk op lessen in wiskunde, IT, biologie, kunst of in een STEAME-interesseclub. Behandelt de onderwerpen van de studie: - Wiskunde - Biologie - Kunst, Digitale Kunst, Grafisch Ontwerp - Presentatie- en communicatievaardigheden Docenten plannen hun activiteiten in de Google-omgeving met behulp van Google Agenda en Google Classroom als onderdeel van het curriculum. Studenten zijn actief betrokken door middel van praktische ervaring en onderzoek dat wordt uitgevoerd als onafhankelijk werk dat in de klas kan worden besproken. Er zijn 18 studie-uren op basis van een les van 40 minuten. Alle lessen worden een of twee keer per week gegeven met een curriculum voor 9-18 opeenvolgende weken. - 3 uur voor wiskundige harmonietheorie - 2 uur voor harmonie in de kunsten – de gulden en zilverterhouding in beroemde kunstwerken - 1 uur voor de gulden snede in de vorm van levende organismen (biologie) - 2 uur voor muzikale harmonie - 1 uur voor een bezoek aan een kunstgalerie of een museum - 3 uur voor het leren van de basis van een grafische ontwerpsoftware - 2 uur voor een ontmoeting met een professionele grafisch ontwerper, een bezoek aan een grafische ontwerpstudio - 3 uur voor het maken van een eenvoudig logo of digitaal kunstwerk geïnspireerd op de gulden snede, zilversnede of andere harmonieprincipes - 1 uur voor het tentoonstellen van de kunstwerken van de studenten
--	--

Beoordeling - Evaluatie	<i>De presentatie van de eindresultaten vindt plaats voor de docenten, de professionele grafisch ontwerper en klasgenoten op een schooltentoonstelling waar elke leerling het door hen gemaakte digitale kunstwerk presenteert en uitlegt hoe het de principes van harmonie weerspiegelt die zijn geleerd uit de wiskunde-, biologie- en kunstlessen en waar ze hun inspiratie vandaan hebben gehaald. Elke presentatie wordt geëvalueerd door de docenten en de grafisch ontwerper. Belangrijke factoren zijn: theoretische kennis van de student, diepgang van de kennis, toepassing van theoretische concepten, communicatie- en presentatievaardigheden en esthetiek van het ontwerp.</i>
Presentatie - Rapportage - Delen	<i>De voltooide projecten van de leerlingen worden op papier gedrukt en door hen op een schooltentoonstelling aan de leerkrachten en hun leeftijdsgenoten gepresenteerd. De kunstwerken van leerlingen in digitaal formaat worden gepubliceerd op de website van de school en op sociale media-accounts. De ontwerpen kunnen als voorbeeld worden gebruikt voor andere kunstprojecten.</i>
Extensies - Overige informatie	--

Bronnen voor de ontwikkeling van het STEAME ACADEMY Learning and Creativity Plan Template

In het geval van leren door middel van projectmatige activiteit

STEAME ACADEMY Prototype/Gids voor Leren & Creativiteit Aanpak Formulering van het actieplan

Belangrijke stappen in de STEAME-leeraanpak:

FASE I: Voorbereiding door een of meer docenten

- 1. Formulieren van eerste gedachten over de thematische sectoren/gebieden die aan bod moeten komen:**
Twee grote problemen uit het echte leven hebben de ontwikkeling van de wiskunde gedurende de geschiedenis van de menselijke beschaving gedreven: tellen dat heeft bijgedragen aan de ontwikkeling van getalstelsels, rekenen en algebra, en het meten van hoeveelheden (omtrek, oppervlakten, volumes en enz.) die verantwoordelijk is voor de ontwikkeling van de meetkunde. Maar er is een derde belangrijk probleem in de wiskunde dat ook het belang ervan weerspiegelt in de natuurwetenschappen (biologie) en de kunsten - de wiskundige theorie van harmonie. In de wiskunde wordt harmonie opgevat als gelijkheid of evenredigheid van de delen onderling en de delen met het geheel. Of meer in het algemeen, de harmonie van een object is een evenredigheid van de delen en het geheel, een samensmelting van de verschillende componenten van het object om een uniform organisch geheel te creëren. Het doel van deze lessen is om studenten kennis te laten maken met het concept van harmonie in de wiskunde, de historische ontwikkeling ervan, en om uit te leggen hoe het toepassingen vindt in biologie, muziek en beeldende kunst. De wiskundige theorie richt zich vooral op de gulden snede en zijn veralgemeningen, de zogenaamde metaalgemiddelden, gedefinieerd door de Argentijnse wiskundige Vera W. de Spinadel in 1998, waarvan de zilversnede het populairst is en te vinden is in kunstwerken en architectuur. In de meetkunde worden de verbanden tussen de gulden en de zilversnede en bepaalde driehoeken en regelmatige veelhoeken onderzocht, en in de algebra de verbanden tussen deze twee verhoudingen en de Fibonacci- en Pell-getallen, resp.
- 2. Betrokkenheid bij de wereld van de ruimere omgeving / werk / bedrijf / ouders / samenleving / milieu / ethiek:**
Het is de bedoeling dat een professionele grafisch ontwerper betrokken is als mentor/docent. Bezoeken aan kunstgalerijen, musea en een grafische ontwerpstudio zijn gepland als activiteiten buiten het klaslokaal.
- 3. Doelgroep van studenten - Associëren met het officiële curriculum - Doelen en doelstellingen stellen**
Het thema is bedoeld voor leerlingen in groep 8-9 van de middelbare school. In wiskundelessen in de 8e klas (op Bulgaarse middelbare scholen) leren de leerlingen eerst over irrationale getallen (vierkantswortels) en maken vervolgens kennis met de kwadratische vergelijking en de Brahmagupta-formule om de oplossingen te vinden. Omdat de gulden snede en de andere metaalverhoudingen positieve wortels zijn van kwadratenvergelijkingen, is dit materiaal geschikt voor 8e klassers. Zeer basiskennis van computergraphics en vaardigheden voor het werken met afbeeldingsbestanden worden onderwezen in de 6e klas (Bulgaarse school), maar deze kennis moet worden uitgebreid voor het doel van deze lessen.
- 4. Organisatie van de taken van de betrokken partijen - Aanwijzing van de coördinator - Werkplekken etc.**
De docenten organiseren de training en ondersteunen het werk van de studenten; ze motiveren de studenten en stellen een echte taak om te vervullen; De schoolleiding ondersteunt bij de organisatie van ontmoetingen met grafisch ontwerpers, de buitenschoolse organisatie van het werk en de presentatie van de resultaten aan een geschikt publiek. De wiskundeleraar kan de rol van coördinator spelen. De te gebruiken werkplekken zijn een klaslokaal en een computerlokaal.

FASE II: Formulering van het actieplan (stappen 1-18)

Voorbereiding (door docenten)

- 1. Relatie tot de echte wereld – reflectie**

Verskillende vormen van levende organismen bevatten de gulden snede, Fibonacci-getallen en de gouden spiraal. De zogenaamde "goddelijke proportie" van Luca Pacioli is ook terug te vinden in het menselijk lichaam. De gulden en zilverterhoudingen zijn verwerkt in beroemde kunstwerken - schilderijen, sculpturen, gebouwen en dergelijke.

2. Incentive – Motivatie

De wiskunde-, biologie-, kunst- en muziekleraren laten de studenten kennismaken met het concept van harmonie in hun vakken die verbonden zijn met de wiskundige theorie van harmonie die wordt gepostuleerd door Pythagoras en Euclides. Een professionele grafisch ontwerper begeleidt de studenten bij het creëren van hun eigen kunstproject op basis van de gouden, zilveren of andere metaalverhouding en de principes van harmonie in kunst en wiskunde. De studenten worden gemotiveerd door de zoektocht naar harmonie in de wereld om ons heen, geschapen door mijn mens of door de natuur. In hun creatieve onderneming laten ze zich inspireren door mijn wiskundige kennis.

3. Formulering van een probleem (eventueel in fasen of fasen) als gevolg van het bovenstaande

De leerlingen maken eerst kennis met het concept van harmonie door de wiskundeleraar, die hen afbeeldingen van bloemen en dieren, kunstwerken en gebouwen kan laten zien en hen kan vragen of ze de afgebeelde vormen een lust voor het oog vinden en zo ja, waarom. De leraar kan de leerlingen herinneren aan verhoudingen. Zo laten ze kennismaken met de gulden snede en vervolgens met de geometrische en algebraïsche definitie ervan. Een andere vraag die de leraar kan stellen voordat hij met de wiskundeles begint, is of de leerlingen denken dat wiskunde iets met esthetiek te maken heeft.

Ontwikkeling (door studenten) – Begeleiding & Evaluatie (in 9-11, door docenten)

4. Achtergrond creatie - Zoeken / Verzamelen van informatie:

Nieuwe kennis wordt toegepast bij het oplossen van problemen. De studenten worden aangemoedigd om zelf op zoek te gaan naar informatie en inspiratiebronnen voor het creatieve eindproject. De studenten kunnen echte of digitale vision (creatieve) borden maken met de afbeeldingen en informatie die ze op internet hebben gevonden.

5. Vereenvoudig het probleem - Configureer het probleem met een beperkt aantal vereisten

De taak wordt duidelijk omschreven met de nodige informatie.

6. Case Making - Ontwerpen - materialen identificeren voor bouwen / ontwikkelen / creëren

De taak die de studenten krijgen is duidelijk gedefinieerd.

7. Bouw - Workflow - Uitvoering van projecten

Inleidende training met relevante voorbeelden - Een reëel probleem aan de orde stellen - Aanvullende training - Een oplossing voor het probleem vinden - De resultaten presenteren

8. Observatie-experimenten - Eerste conclusies

De leerlingen lossen wiskundige problemen op onder begeleiding van de wiskundeleraar en experimenteren met creatieve ideeën onder begeleiding van de kunstdocent en een professionele grafisch ontwerper.

9. Documentatie - Zoeken naar thematische gebieden (AI-velden) die verband houden met het bestudeerde onderwerp - Uitleg op basis van bestaande theorieën en / of empirische resultaten

De studenten beschikken over de nodige theoretische informatie en voorbeelden.

10. Verzamelen van resultaten / informatie op basis van de punten 7, 8, 9

Bij elke stap rapporteren de docenten de voortgang van de leerlingen.

11. Eerste groepspresentatie door studenten

Leerlingen presenteren de resultaten van hun werk op een schooltentoonstelling en leggen de principes van harmonie uit die ze hebben toegepast om het te creëren.

Configuratie & Resultaten (door studenten) – Begeleiding & Evaluatie (door docenten)

12. Configureer STEAME-modellen om de resultaten te beschrijven / weergeven / illustreren
 13. De resultaten in 9 bestuderen en conclusies trekken aan de hand van 12
 14. Toepassingen in het dagelijks leven - Suggesties voor het ontwikkelen van 9 (Ondernemerschap - SIL Days)

Beoordeling (door docenten)

15. Bekijk het probleem en bekijk het onder meer veeleisende omstandigheden
Afronding van het project (door studenten) – Begeleiding en evaluatie (door docenten)

16. Herhaal stap 5 tot en met 11 met aanvullende of nieuwe eisen zoals geformuleerd in 15
 17. Onderzoek - Casestudies - Uitbreiding - Nieuwe theorieën - Nieuwe conclusies testen
 18. Presentatie van conclusies - Communicatietactieken.

FASE III: STEAME ACADEMY Acties en samenwerking in creatieve projecten voor scholieren

Titel van het project: Harmonie – de schoonheid van de wiskunde

Korte beschrijving/overzicht van organisatorische regelingen / verantwoordelijkheden voor actie

PODIUM	Activiteiten/Stappen Leraar 1 (T1) Samenwerking met T2, T3 en studentenbegeleiding	Activiteiten /Stappen Door studenten Leeftijdsgroep: 14-15	Activiteiten /Stappen Leraar 2 (T2) Samenwerking met T1, T3 en Begeleiding van studenten
Een	Vorbereiding van de stappen 1,2,3		Samenwerking in stap 1,2,3
B	Begeleiding in stap 9	4,5,6,7,8,9,10	Ondersteuning begeleiding in stap 9
C	Creatieve evaluatie	11	Creatieve evaluatie
D	Begeleiding	12	Begeleiding
E	Begeleiding	13 (9+12)	Begeleiding
F	Organisatie (SIL) STEAME in het leven	14 Ontmoeting met vertegenwoordigers van het bedrijfsleven	Organisatie (SIL) STEAME in het leven
G	Vorbereiding van stap 15		Samenwerking in stap 15
H	Begeleiding	16 (herhaling 5-11)	Ondersteuning Begeleiding
Ik	Begeleiding	17	Ondersteuning Begeleiding
K	Creatieve evaluatie	18	Creatieve evaluatie