



Examensarbete inom teknik och lärande

Avancerad nivå, 30hp

Hållbarhet i fokus: Inspiration för teknikundervisning som engagerar elever på gymnasienivå

Utveckling av en lärarhandledning inom ämnena *teknik* och *hållbart
samhällsbyggande*, ett uppdrag av CETIS

EVELINA BYLUND



KTH Industrial Engineering
and Management

Master of Science Thesis TRITA-ITM-EX 2024:590
**Hållbarhet i fokus: Inspiration för teknikundervisning som
engagerar elever på gymnasienivå**

Evelina Bylund

Godkänt 2025-01-22	Examinator PER NORSTRÖM	Handledare SUSANNE ENGSTRÖM
	Uppdragsgivare CETIS	Kontaktperson SUSANNE ENGSTRÖM

Sammanfattning

Med de pågående klimatförändringarna ökar behovet av hållbara lösningar, där tekniken spelar en central roll. Från och med 1 juli 2025 får hållbar utveckling en mer framträdande roll i gymnasiets nya läroplan, elever i teknikämnet ska ges möjlighet att utveckla förmågor att skapa tekniska lösningar för ett hållbart samhälle. I detta examensarbete genomförs en systematisk litteraturöversikt för att undersöka forskning om elevaktiviteter som kan främja gymnasieelevers engagemang för hållbar utveckling inom teknikundervisning. Resultaten från litteraturöversikten kommer att utgöra en grund för en lärarhandledning inom ämnena *teknik* och *hållbart samhällsbyggande*, med fokus på hållbar utveckling, vilken återfinns i bilaga A. Sju artiklar inkluderades efter genomförandet av den systematiska litteraturöversikten, och tre huvudteman identifierades utifrån hur aktiviteterna genomfördes: praktiskt byggande, rollspel och undersökning av närmiljöer. Samarbete med eller utan externa aktörer utgjorde ett undertema. Artiklarna diskuterades i relation till ARCS-modellen för att förstå hur aktiviteter kan utformas för att främja engagemang i teknikundervisning. Resultaten visade att aktiviteter som kopplar teknik till autentiska sammanhang, såsom deltagande i forskningsprojekt, samarbete med yrkesverksamma eller simulering av verkliga arbetsprocesser, är effektiva för att stimulera engagemang. Praktiska aktiviteter och problemlösning som ger konkreta resultat stimulerar också elevers engagemang. En viktig aspekt är att undervisningen ska kännas meningsfull, vilket kan uppnås genom att koppla aktiviteter till närmiljöer och visa på behovet av tekniska lösningar för en hållbar framtid. Slutsatserna pekar på behovet av forskning som föreslår aktiviteter med fokus på hållbar utveckling inom teknikundervisning, som främjar gymnasieelevers engagemang.

Nyckelord: hållbar utveckling, teknikundervisning, gymnasiet, Gy25, teknikämnet, engagemang.



KTH Industrial Engineering
and Management

Master of Science Thesis TRITA-ITM-EX 2024:590
Focusing on Sustainability: Inspiration for Technology
Education that Engages High school Students

Evelina Bylund

Approved 2025-01-22	Examiner PER NORSTRÖM	Supervisor SUSANNE ENGSTRÖM
	Commisioner CETIS	Contact Person SUSANNE ENGSTRÖM

Abstract

With the ongoing climate change, the need for sustainable solutions is increasing, where technology plays a central role. Starting from July 1, 2025, sustainable development will have a more prominent role in the new curriculum for upper secondary school, with students in the technology subject being given the opportunity to develop the skills to create technological solutions for a sustainable society. This thesis conducts a systematic literature review to investigate research on student activities that can promote engagement for sustainable development within technology education. The results from the literature review will serve as the basis for a teacher's guide in *the subjects of technology* and *sustainable community building*, with a focus on sustainable development, which can be found in Appendix A. Seven articles were included after the systematic literature review, and three main themes were identified based on how the activities were carried out: practical building, role-playing, and exploration of local environments, with or without collaboration with external stakeholders as a sub-theme. The articles were discussed in relation to the ARCS model to understand how activities can be designed to foster engagement in technology education. The results showed that activities that link technology to authentic contexts, such as participation in research projects, collaboration with professionals or simulating real-world work processes, are effective in stimulating engagement. Practical activities and problem-solving that yield tangible results also stimulate student engagement. An important aspect is that the education must feel meaningful, which can be achieved by connecting activities to local environments and demonstrating the need for technological solutions for a sustainable future. The conclusions highlight the need for research which proposes activities in technology education focused on sustainable development that foster engagement in high school students.

Keywords: sustainable development, technology education, upper secondary school, Gy25, technology subject, engagement.

Förord

Detta examensarbete har utformats under hösten 2024 och avslutas på bästa sätt uppe i fjällen, där ett nyårsfirande väntar. Arbetet har varit både utmanande och inspirerande, och jag har känt en stor motivation i att bidra till något som kan ha en positiv påverkan på den hållbara utvecklingen.

Jag hoppas att detta arbete ska fungera som en inspiration för lärare att arbeta med hållbar utveckling på ett kreativt och meningsfullt sätt i teknikundervisningen, samt att det kan bidra till att ge elever de verktyg de behöver för att känna att de kan påverka sin egen framtid utifrån hållbara aspekter.

Tack till alla som har stöttat och hjälpt mig under arbetets gång, och särskilt till min handledare och uppdragsgivare Susanne Engström som har bidragit med kunskap och inspiration om teknikundervisning, samhällsbyggande, hållbar utveckling och det vetenskapliga skrivandet.

Tack också till mina nära och kära för ert stöd under arbetets gång. Ett extra tack till min mamma och sambo, som har varit stabila stöttepelare under hösten. Jag ser fram emot att avsluta året med reflektioner över detta arbete och en fortsatt strävan mot att göra en skillnad i vårt gemensamma arbete för en hållbar framtid.

Evelina Bylund, december 2024

Innehållsförteckning

1. INLEDNING	1
1.1 VIKTEN AV ATT ENGAGERA ELEVER I HÅLLBAR UTVECKLING OCH TEKNIK.....	1
1.2 SYFTE	3
1.3 FÖRVÄNTAT BIDRAG	3
1.4 EXAMENSARBETETS STRUKTUR OCH TILLÄMPADE METODER.....	3
2. TEORETISK BAKGRUND.....	4
3. METOD.....	7
3.1 SYSTEMATISK LITTERATURÖVERSIKT	7
4. RESULTAT	12
4.1 ROLLSPEL	12
4.2 UNDERSÖKNING AV NÄRMILJÖER	13
4.3 PRAKTISKT BYGGANDE.....	17
5. DISKUSSION.....	18
6. SLUTSATSER OCH UNDERLAG FÖR UTVECKLINGSARBETE.....	25
7. REFERENSER	27
8. BILAGOR.....	32

1. Inledning

Den globala uppvärmningen och dess konsekvenser utgör några av dagens största utmaningar, som påverkar ekosystem, ekonomier och samhällen världen över. För att bemöta dessa hot krävs gemensam handlingskraft, där utbildning spelar en central roll. FN:s (u.å.) Agenda 2030, med sina 17 globala mål och 169 delmål, erbjuder ett ramverk för att främja hållbar utveckling. Särskilt mål 4, "En god utbildning för alla", betonar vikten av att utbildning ska främja kunskaper om hållbar utveckling, som specificeras i delmål 4.7. För att främja hållbar utveckling krävs en god samverkan mellan olika discipliner, där teknik har en framträdande roll. I flera mål betonas nämligen vikten av att främja teknikutvecklingen och tekniska innovationer för att bland annat säkerställa motståndskraftig infrastruktur (FN, u.å.). Den hållbara och tekniska utvecklingen går onekligen hand i hand (Al-Emran & Griffy-Brown, 2023). Inom gymnasiets teknikutbildning är det viktigt att belysa samspelet mellan teknikutveckling och hållbar utveckling. Detta kan bidra till en ökad förståelse för vikten av att utveckla lösningar som både främjar teknologisk innovation och hållbarhet, vilket är centralt för att uppnå ett hållbart samhälle (Kolmos, 2021). Detta synliggörs i den nya gymnasieplanen Gy25, som träder i kraft den 1 juli 2025 (Skolverket, 2024a). I den nya läroplanen för gymnasiet återfinns ett moderniserat innehåll där begrepp och arbetssätt som relaterar till hållbar utveckling är mer centrala än i den befintliga läroplanen (Skolverket, 2024a). I teknikämnet, som är centralt inom teknikprogrammet på gymnasiet, ska eleverna ges möjlighet att utveckla förmågorna att identifiera, värdera, analysera och lösa tekniska problem för att stimulera ett hållbart samhälle (Skolverket, 2024b). Inom ramen för detta examensarbete utarbetas och presenteras en lärarhandledning med aktiviteter där elever ges möjlighet att utveckla sådana förmågor. Som en del i utvecklandet av lärarhandledningen genomförs en systematisk litteraturöversikt för att undersöka och sammanställa forskning om elevaktiviteter som kan främja gymnasieelevers engagemang i teknikundervisning, med särskilt fokus på hållbar utveckling. Dessa aktiviteter kopplas till teknikämnet på gymnasiet för att relatera internationell forskning till en svensk undervisningskontext. Lärarhandledningen återfinns i bilaga A.

1.1 Vikten av att engagera elever i hållbar utveckling och teknik

Att engagera elever i teknikundervisning och få dem intresserade av teknikutveckling är avgörande för att kunna möta framtidens utmaningar, särskilt när det gäller att hantera klimatförändringar och skapa hållbara lösningar (Kolmos, 2021). Dessvärre visar rapporter att färre elever söker och fullföljer teknikutbildningar, vilket beror på ett minskat intresse (Skolverket, 2024c; SCB, 2023). Forskning visar att ungdomar känner sig maktlösa inför att lösa klimatproblemen, och deras framtidstro är dyster, särskilt ur ett hållbarhetsperspektiv (Generationsbarometern, 2024; Våra Barns Klimat, 2023).

Det råder dessutom oenigheter kring miljöfrågorna och hur de ska lösas i Sverige. I debatten finns klimatförnekare och klimatfördröjare (Naturskyddsföreningen, 2024a), och resurser till insatser för att skydda miljön dras in (Naturskyddsföreningen, 2024b). Trots Sveriges ambition att bli fossilfritt till år 2045, tillåts fortfarande subventioner som gynnar fossila bränslen vilket motverkar klimatmålen (Naturskyddsföreningen, 2024c). Naturvårdsverket fastställde våren 2024 att Sverige varken uppnår EU:s eller de nationella klimatmålen med dagens befintliga beslut och åtgärder.

Sveriges utsläpp har dock minskat successivt under de senaste 30 åren, vilket beror på en mängd olika faktorer. Den största bidragande faktorn är industrins omställning från fossila bränslen till förnybar energi, något som ny teknik har möjliggjort. Vidare utgör industrins utsläpp cirka 30% av Sveriges totala utsläppsmängd och dessa utsläpp kopplas till produktionsprocesser. Med hjälp av teknisk utveckling kan dessa utsläpp reduceras ytterligare (Naturvårdsverket, 2024b). I Sverige framhålls en tydlig strategi för hållbar utveckling som är i linje med de globala målen. I de nationella målen betonas vikten av teknisk utveckling för att bland annat stimulera cirkulär ekonomi och omställningen från fossila bränslen till förnybar energi i bland annat energi- och transportsektorn (Riksdagen, 2021). Ny teknik är eftertraktad när det kommer till den hållbara utvecklingen.

Ur ett historiskt perspektiv har ekologiska kriser orsakats av miljöförstöring. Under medeltiden var trä ett avgörande material för byggnader, fartyg, uppvärmning och industrin. Den omfattande användningen av trä ledde till en allvarlig brist på skogstillgångar, vilket resulterade i brist på råvaror och energi. Detta drev på utvecklingen av ny teknik för att bättre utnyttja jordens resurser, som exempelvis kakelugnar för effektivare uppvärmning (Sundin, 2009). Teknikutvecklingen anpassas ofta för att möta samhällets behov och optimera processer utifrån sociala, ekologiska och ekonomiska faktorer.

För att förstå teknikutvecklingens roll i att uppnå hållbarhetsmålen, både i Sverige och globalt, är det avgörande att känna till hur hållbar utveckling och teknisk innovation samverkar (Al-Emran & Griffy-Brown, 2023). Här är både behovet av hållbara lösningar och förmågan att utveckla och tillhandahålla dem av största vikt (Kolmos, 2021). Denna förståelse gör det möjligt att fatta informerade beslut, både i vardagliga sammanhang och i större demokratiska frågor, som kan bidra till en hållbar framtid. Att förmedla denna kunskap är särskilt viktigt i undervisningen, för att våra ungdomar inte ska känna sig maktlösa inför klimatutmaningarna och för att väcka deras intresse för att fullfölja teknikutbildningar. Det är viktigt att få dem att inse att den kunskap som fås är meningsfull och bidrar till en bättre framtid (Folkhälsomyndigheten, 2023).

1.2 Syfte

Syftet med den systematiska litteraturöversikten är att undersöka och sammanställa forskning om elevaktiviteter som främjar gymnasieelevers engagemang i teknikundervisning, med särskilt fokus på hållbar utveckling. Dessutom analyseras och diskuteras hur dessa aktiviteter kan kopplas till teknikämnet på gymnasiet.

1.2.1 Frågeställning

Vilka elevaktiviteter, baserade på forskning, kan främja gymnasieelevers engagemang i teknikundervisning med fokus på hållbar utveckling? Hur kan dessa aktiviteter integreras i teknikämnet på gymnasiet, i relation till Gy25?

1.3 Förväntat bidrag

Genom att identifiera och sammanfoga relevant forskning avser litteraturstudien att bidra med underlag för att skapa en lärarhandledning i teknikundervisning på gymnasiet med fokus på hållbar utveckling, i linje med den nya gymnasieplanen Gy25, i uppdrag av resurscentrum för teknikundervisning i skolan, CETIS.

1.4 Examensarbetets struktur och tillämpade metoder

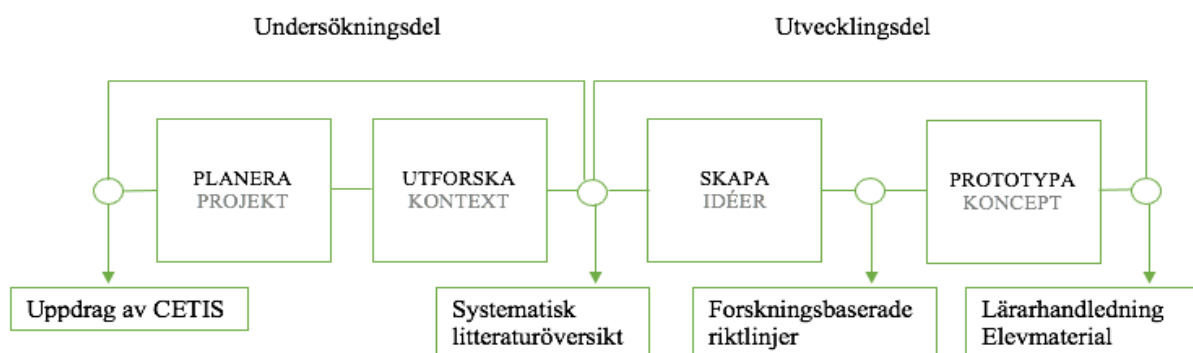
Arbetsättet som ligger till grund för det samlade examensarbetet bygger på en designprocess som presenteras i boken *Designprocess och metod* (Wikberg Nilsson m.fl., 2022). En designprocess är en strukturerad arbetsmetod som används av exempelvis ingenjörer för att skapa lösningar på problem eller utveckla nya idéer och produkter. Processen innebär att identifiera ett problem eller en utmaning som behöver lösas. Därefter kan problemet tacklas utifrån fyra angreppssätt: *planera*, *utforska*, *skapa idéer* och *prototypa*. Det första steget är att reflektera över varför projektet ska genomföras och vad projektet syftar till. För att skapa en struktur på projektet är det fördelaktigt att *planera* genom att skapa en projektöversikt som visar eller föreslår vilka arbetssätt som kan tillämpas från början till slut. I översikten kan aspekter kring tid och resurser inkluderas. Därefter är det dags att *utforska* det valda området med tänkta arbetssätt och resurser, och söka inspiration för potentiella lösningar. Detta skapar underlag för att *skapa idéer* för kreativa lösningar på problemet. I det sista steget *prototypa* utforskas och utvecklas olika innovativa lösningar (Wikberg Nilsson m.fl., 2022).

För att skapa tydlighet i detta examensarbete är rapporten uppdelad i två delar: en undersökningsdel och en utvecklingsdel, där varje del har sitt eget syfte och metod. Denna rapport presenterar undersökningsdelen, den systematiska litteraturöversikten. Frågeställningen besvaras genom att *utforska* och sammanställa information med hjälp av metoden systematisk litteraturöversikt. Detta skapar sedan underlag för utvecklingsdelen, som syftar till att *skapa*

idéer och prototypa en lärarhandledning, baserat på forskningsbaserade riktlinjer (se figur 1). Utvecklingsdelen med lärarhandledningen återfinns i bilaga A.

Figur 1

Examensarbetet övergripande struktur och tillämpade metoder (läses från vänster till höger)



2. Teoretisk bakgrund

I detta kapitel kommer begreppet hållbar utveckling att definieras. Teknikämnets ämnesplan kommer även att presenteras och ett teoretiskt ramverk för motivation kommer att beskrivas. Syftet är att skapa en tydlig förståelse för de teoretiska perspektiv som kommer att vägleda arbetet samt att klargöra innebörden av de berörda begreppen.

Hållbar utveckling är ett begrepp som syftar på en samhällsutveckling som är idealisk och definieras i Brundtlandskommissionens rapport *Vår gemensamma framtid*, som publicerades 1987. I rapporten anges följande: "Hållbar utveckling är utveckling som tillgodoser dagens behov utan att äventyra kommande generationers möjligheter att tillgodose sina behov" (Översatt från World Commission on Environment and Development, 1987: 16). Fyra principer kan ses som centrala för att förstå hållbar utveckling i en bredare kontext:

- Människans och ekosystemens beroende av varandra.
- Människans beroende av varandra - solidaritet.
- Jämlikhet och rättvisa mellan generationer.
- Delaktighet i beslutsfattande - demokrati (Gröndahl & Svanström, 2011).

Arbetet för hållbar utveckling, med betoning på principerna, är en komplex utmaning. Detta står i relation till länders olika prioriteringar när det gäller samhällsfrågor och varierande synsätt på rättvisa, vilket återspeglar skillnader i exempelvis kulturella perspektiv (Gröndahl & Svanström, 2011). Enligt Lozano (2008), kan begreppet förklaras utifrån olika modeller som visar hur olika processer och resurser samverkar, med fokus på sociala, ekologiska och ekonomiska faktorer. Brundtlandskommissionens definition illustreras ofta utifrån dessa

faktorer i olika Venndiagram. Dessa diagram har dock kritiserats. Lozano (2008) menar att Venndiagrammen representerar ett felaktigt förhållningssätt präglat av ett antropocentriskt perspektiv och ger förslag på en tydligare och mer helhetsfokuserad förklaringsmodell. Förklaringsmodellen visar komplexiteten i de samverkande faktorerna och anses vara en bättre representation av verkligheten. I detta arbete kommer Brundtlandskommissionens definition av hållbar utveckling att användas som en förklaringsmodell, då den illustrerar en praktisk ram för att diskutera begreppets olika dimensioner. Modellen har, enligt Dalampira och Nastis (2019), varit ett effektivt hjälpmedel för att skapa förståelse för det komplexa begreppet.

För att kunna förklara vad teknikämnet innebär på ett tydligt sätt är det nödvändigt att först klargöra vad som avses med begreppet teknik, eftersom beskrivningen kan variera beroende på vilken disciplin som behandlas. I ämnesplanen (Skolverket, 2024b) handlar teknik om att ”uppfylla människors behov och önskemål genom att omvandla naturens fysiska resurser och immateriella tillgångar i produkter, processer, anläggningar och system”. Teknik som ämne ”är till sin karaktär tvärvetenskapligt och belyser teknikens roll i samhällsutvecklingen och samspelet mellan människa och natur”. Inom ämnet ska eleverna få möjlighet att utveckla följande kunskaper och förmågor:

- Om teknikutvecklingsprocessen och dess olika delar. (Från idé till modell, produkt eller tjänst till användning och återvinning)
 - Kunna lösa tekniska problem samt analysera och värdera tekniska lösningar med hänsyn tagen till ett hållbart samhälle.
 - Kunna använda teknikvetenskapliga begrepp, teorier, modeller och metoder.
 - Förstå hur teknik har utvecklats och utvecklas i samspel med det omgivande samhället.
 - Kunna dokumentera, visualisera och kommunicera teknik och tekniska lösningar.
- (Skolverket, 2024b)

Det teoretiska ramverket för motivation som används i detta examensarbete, både i diskussion av resultatet från litteraturoversikten och i utvecklandet av lärarhandledningen, grundar sig på *ARCS-modellen för motivation*, som utvecklades av Dr. John M. Keller (2010). ARCS står för Attention (*Uppmärksamhet*), Relevance (*Relevans*), Confidence (*Självförtroende*) och Satisfaction (*Tillfredsställelse*), och belyser specifika faktorer som kan beaktas för att främja och skapa förståelse för elevers motivation i undervisning. Keller (2010) beskriver begreppen på följande vis:

- *Uppmärksamhet* innebär att stimulera mänskliga beteenden som nyfikenhet. Nyfikenhet kan främjas genom att inkludera problemlösning i undervisning, som drivs av ett kunskapssökande beteende. Ett annat sätt att stimulera nyfikenhet är att inkludera element av mystik i undervisningen, vilket kan vara särskilt effektivt vid undervisning om exempelvis miljön. För att bibehålla elevernas uppmärksamhet är det också viktigt att ha en varierad undervisning.

- *Relevans* innebär att koppla undervisningen till verkliga scenarier eller platser. På detta vis kan lärandet knytas till det verkliga livet, vilket skapar en känsla av att kunskapen är meningsfull. Autentiska exempel kan vara en effektiv strategi för att göra lärandet mer relevant. Även kopplingen till bekanta miljöer kan bidra till ökad motivation. Genom att sätta upp tydliga mål kan elever motiveras till kunskapssökning. Om kunskap ses som ett verktyg för att uppnå befintliga mål, är elever ofta mer benägna att engagera sig i lärandet. Relevans kan också skapas genom känslan av tillhörighet, där elever arbetar tillsammans i grupp med verkliga problem.
- *Självförtroende* kan stimuleras genom att elever ser att andra har nått framgång med liknande utbildningsbakgrund. Denna observation skapar en känsla av meningsfullhet. Det är också viktigt att vara transparent med vad som förväntas i en uppgift, eftersom elevers självförtroende ökar när de vet vad som förväntas av dem. Dessutom är det avgörande att ge utmaningar som stimulerar lärandet, samtidigt som feedback och vägledning ges för att stärka självförtroendet. Genom att hantera och ha kontroll över komplexa utmaningar byggs självförtroendet.
- *Tillfredsställelse* kan skapas genom att applicera ny kunskap i olika situationer. Genom praktisk erfarenhet och aktivt deltagande kan motivation främjas genom tillfredsställelse. Dessutom att få ett bevis på en prestation såsom en trofé kan skapa en känsla av uppfyllelse.

Modellen baseras på omfattande forskning (Keller, 1983; Brophy, 198) om motivation, samt på information som framkommit från praktiska handböcker och observationer (Keller, 2010). Flera studier har använt ARCS-modellen för att förstå och förbättra undervisningsmetoder inom bland annat STEM-ämnena (Science, Technology, Engineering, and Mathematics). Shekhar m.fl. (2023) konstaterade att modellen visade sig vara ett effektivt verktyg för att förstå och öka engagemang i projektbaserat lärande inom gymnasieteknikutbildningar. I en annan studie anpassade Aşıksoy och Özdamlı (2016) ARCS-modellen till att utveckla och analysera ett flippat klassrum inom fysikundervisningen, vilket resulterade i positiva effekter på elevernas motivation. Ytterligare forskning av Bhavana och Vijayalakshmi (2022) visade att ARCS-modellen kan användas för att implementera tekniska verktyg i undervisningen för att stimulera engagemang och öka motivationen bland studenter i högre utbildning. Detta visar på och skapar underlag för att ARCS-modellen är ett flexibelt och användbart ramverk för att både förstå och utveckla undervisning som motiverar och engagerar elever. Saeed och Zyngier (2012) betonar att begreppen motivation och engagemang är nära kopplade och att ett helhetsperspektiv krävs för att stödja elevernas lärande. För att maximera elevers engagemang bör lärare fokusera på att skapa en motiverande lärandemiljö som erbjuder relevanta, autentiska och meningsfulla uppgifter. Ett ramverk för motivation är därför lämpligt för att förstå och skapa sådana lärandemiljöer som engagerar eleverna.

3. Metod

För att genomföra den systematiska litteraturöversikten har en speciell metod använts som beskrivs här nedan. Därefter följer en redogörelse för hur genomförandet av processen gick till, med en tydlig framställning av hur studierna valdes ut för att ge underlag till besvarandet av frågeställningen.

3.1 Systematisk litteraturöversikt

I denna studie kommer en systematisk litteraturöversikt att tillämpas i enlighet med arbetssättet som presenteras av Eriksson Barajas m.fl. (2013). Metoden genomförs genom att etablera en sökstrategi och tydliga kriterier för val av studier för att samla in relevant data från valda databaser. Urvalet sker i två omgångar, det första urvalet sker genom att granska titlar och abstrakt. I det andra urvalet utförs en fulltextgranskning. Därefter genomförs en kvalitetsbedömning där resultatet bearbetas, analyseras och sammanställs för att synliggöra det aktuella forskningsläget (Eriksson Barajas m.fl., 2013). Mallett m.fl. (2012) menar att metoden används frekvent i vetenskapliga skrifter eftersom metoden anses eliminera potentiell bias, skapa transparens och ge en god överblick över befintlig forskning. Dessutom säkerställs, genom ett strukturerat tillvägagångssätt, att de vetenskapliga artiklar som ligger till grund för resultatet är tillförlitliga (Mallett m.fl., 2012).

3.1.1 Sökstrategi

För att identifiera den forskning som är relevant för frågeställningen skapades olika sökord. Sökorden skapades utifrån fastställandet av nyckeltermerna och synonymer (Eriksson Barajas m.fl., 2013, s. 78), med hjälp av bland annat verktyget *Thesaurus* i databasen ERIC. Ytterligare sökord kunde identifieras utifrån att granska relaterade studiers nyckelord. Trunkeringar (*) användes för att ta hänsyn till olika ändelser av ordet. Med hjälp av sökorden skapades en söksträng genom att använda booleska operatorerna, OR och AND. OR inkluderades efter varje ord i sökblocken, som motsvarar kolumnerna i tabell 1. AND användes för att ta hänsyn till alla sökblock i de kommande sökningarna i databaserna. Se den fullständiga söksträngen i figur 2. Databaserna valdes utifrån kategorin *utbildning* i den databaslista som administreras av biblioteket vid Kungliga Tekniska högskolan. De tre databaserna ERIC, Scopus och Web of Science föreslogs och användes, eftersom utbildning är det huvudsakliga temat för denna studie. Dessa databaser innehåller dessutom studier som har indexerats enligt olika kriterier, vilket säkerställer att de exempelvis har genomgått granskning, publicerats inom en viss tidsperiod eller återfinns i erkända tidskrifter. Detta underlättar identifieringen av tillförlitliga och relevanta studier, och var en bidragande faktor vid valet av dessa databaser. Antalet träffar för publikationer i respektive databas med söksträngen visas i tabell 2.

Tabell 1*Nyckeltermerna och synonymer till frågeställningen*

Technology	Engage	High school students	Education	Sustainable development (SD)
technolog*	engag*	high school student*	learn*	sustainable development
(technology, technological, technologies, etc)	(engagement, engaged)	(high school students)	(learning, learned)	environmental awareness
engineer*	motivat*	senior high school student*	pedag*	environmental consciousness
(engineering, engineers, etc)	(motivate, motivating, motivation)	(senior high school students)	(pedagogy, pedagogical)	environmental impacts
STEM	increase engagement	generation z	thinking skill*	environmental education (ESD)
(science, technology, engineering and mathematics)	inspir*	upper secondary student*	(thinking skills)	environmental sciences
technic*	(inspire, inspiring, inspiration)	(upper secondary students)	educat*	
(technical, technician, technics)	involv*		(educate, education, educating)	
scien*	(involve, involved, involvement)		didactic*	
(science, sciences, scientific)			(didactics)	
			knowledge	
			knowledge level	

Figur 2*Fullständig söksträng*

```

("technolog*" OR "STEM" OR "engineer*" OR "technic*" OR "scien*" ) AND
("engag*" OR "motivat*" OR "involv*" OR ("increase engagement") OR "inspir*" ) AND
("high school student*" OR "generation z" OR "upper secondary student*" OR "senior high school student*" ) AND
("learn*" OR "educat*" OR "pedag*" OR "didactic*" OR ("thinking skill*" ) OR "knowledge" OR ("knowledge level")) AND
(( "sustainable development" ) OR ( "environmental awareness" ) OR ( "environmental consciousness" ) OR ( "environmental impacts" ) OR
"SD" OR "ESD" OR ("environmental sciences" OR "environmental education" ))

```

Tabell 2*Antal träffar av publikationer i respektive databas*

Datum för sökning	Databas	Antal träffar
11-sep-24	ERIC	257
11-sep-24	Scopus	96
11-sep-24	Web of science	205
Totalt antal träffar:		558

3.1.3 Val av studier

Nedan följer en beskrivning av urvalsprocessen, som genomfördes i två steg: först en manuell granskning av titel och abstrakt enligt fastställda kriterier, och sedan en fulltextgranskning för att säkerställa studiernas relevans och kvalitet.

Det första urvalet genomfördes genom att manuellt granska titel och abstrakt för respektive studie, utifrån de valda kriterierna (Eriksson Barajas m.fl., 2013, s. 83). Inklusionskriterierna valdes för att skapa relevans till frågeställningen i studien och avgränsa urvalet till studier som

publicerats under de senaste 10 åren, för att enbart nå aktuella och moderna studier. Urvalet begränsades ytterligare till att enbart omfatta tidskriftsartiklar för att säkerställa att den aktuella studien var kvalitetsgranskad och följde forskningsprocessens olika steg. Detta ökar sannolikheten att resultaten är tillförlitliga (Eriksson Barajas m.fl., 2013, s. 61–64). Exklusionskriterierna fastställdes både före och under urvalets gång. Sökningen gav upphov till målgrupper och format som var svåra att förutspå, vilket resulterade i fler specifika kriterier. Om titel och abstrakt inte gav tillräckligt med information, sparades studien för vidare granskning. Se kriterierna i tabell 3. Därefter exkluderades dubletter och otillgängliga publikationer, vilket resulterade i att 21 artiklar kvalificerades för nästa urval, se tabell 4.

Tabell 3

Urvalskriterier för titel och abstrakt

Inkludera om alla punkter är sanna	Exkludera om någon punkt är sann
Tidskriftsartikel	
Publicerade på engelska	
Målgrupp för aktiviteten: gymnasieelever	Fokuserar på specialfall (ex: covid-19, specialundervisning)
Undervisning kopplad till hållbar utveckling	Föreläsar sommarkurser eller onlinekurser
Publicerad mellan 2014-2024	Förslag för nya läroplaner
Föreläsar elevaktivitet	
Nämner elevers engagemang	
Undervisning avsedd för teknik-, ingenjör- eller STEM-utbildning	
(Om för lite information spara artikeln för att fulltextgranska)	

Tabell 4

Antal publikationer efter första urvalet

Databas	Antal efter kriterierna
ERIC	13
Scopus	7
Web of science	5
Totalt antal artiklar:	25
Utan dubletter och otillgängliga artiklar:	21

Det andra urvalet genomfördes genom att applicera ytterligare kriterier vid en fulltextgranskning (Eriksson Barajas m.fl., 2013, s. 83). Kriterierna skapades för att bedöma studiens kvalitet och pålitlighet, samt relevans i förhållande till frågeställningen i denna studie. Detta gjordes genom att säkerställa att artikeln var granskad, hade ett rimligt antal referenser, presenterade relevant forskning, innehöll en elevaktivitet som var empiriskt testad av gymnasieelever, hade en tydlig struktur som var i enlighet med forskningsprocessen, och kopplade till teknikundervisning eller, teknikämnets innehåll (se tabell 5). Ett rimligt antal referenser indikerar att artikeln bygger på en bred grund av tidigare forskning vilket stärker resultatets pålitlighet (Eriksson Barajas m.fl., 2013, s. 144). Genom att aktiviteterna är forskningsbaserade och har testats i praktiken, säkerställs att de både är pålitliga och genomförbara i en undervisningssituation, samt att resultaten då reflekterar elevernas

uppfattning om respektive aktivitet. En tydlig struktur som följer forskningsprocessen underlättar för andra forskare att efterlikna studien (Eriksson Barajas m.fl., 2013, s. 142). Slutligen är kopplingen till gymnasieelever och deras engagemang, hållbar utveckling och teknikundervisning eller teknikämnet, med för att säkerställa att artikeln var relevant för det specifika ämnesområde som denna studie fokuserar på. För att verifiera att varje artikel var granskad kontrollerades om den aktuella tidskriften hade en granskningsprocess. Detta genomfördes genom att besöka tidskriftens, förlagets eller databasens officiella hemsida för att granska information och riktlinjer gällande inskickad forskning. Fulltextgranskningen utfördes två gånger för att säkerställa urvalets relevans och kvalitet. Ytterligare kontrollerades referenserna till de kvalificerade artiklarna för att se om relevant forskning som inte fångades av söksträngen kunde hittas. Referenserna gav inga nya artiklar. Det slutgiltiga antalet artiklar blev 7 stycken. Se figur 3 för en sammanfattning av hur hela processen gick till.

Tabell 5

Urvalskriterier för det andra urvalet

Inkludera om alla punkter är sanna

Granskad

Aktivitet empiriskt testad på gymnasieelever

Relevant till frågeställningen

- Föreslår elevaktiviteter: inom hållbar utveckling och teknikundervisning eller teknikämnet
- Målgrupp gymnasieelever
- Visar resultat om eller diskuterar elevers engagemang

Tydlig struktur

Rimligt antal referenser

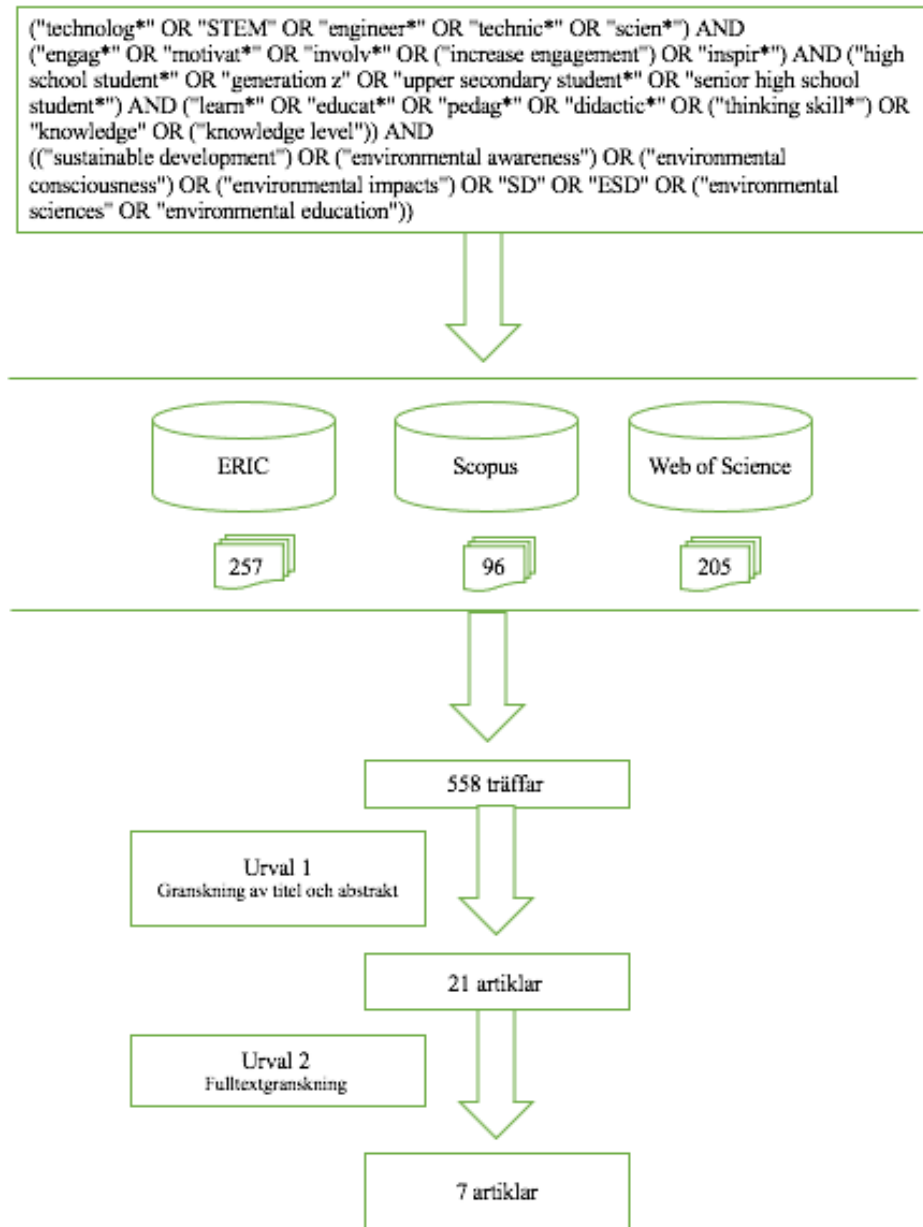
Forskning som stödjer elevaktiviteten

Teknikämnets innehåll:

-Belyser teknikens roll i samhällsutvecklingen och samspelet mellan människa och natur

Figur 3

Sammanfattning av hur urvalet av artiklar gick till



3.1.4 Databearbetning

Efter fulltext- och kvalitetsgranskningen strukturerades informationen om varje vald artikel i en tabell och sorterades i bokstavsordning baserat på artikelns titel (se bilaga B). Vidare genomfördes en tematisk analys för att tydligt sammanställa och ordna de valda artiklarna utifrån gemensamma teman, begrepp eller idéer (Braun & Clarke, 2006). Detta presenteras i resultatet.

4. Resultat

Här presenteras resultatet från den systematiska litteraturöversikten. I den tematiska analysen identifierades tre teman, baserade på hur elevaktiviteterna genomfördes: rollspel, praktiskt byggande samt undersökning av närmiljöer, där samarbetet med eller utan externa aktörer utgjorde ett undertema (med samarbetet avses stöd från externa aktörer under aktivitetens gång). Artiklarna presenteras utifrån dessa teman, med fokus på relevant information kopplad till frågeställningen i denna studie. Presentationen av artikeln kommer att inkludera: en aktivitetsöversikt, den forskning som låg till grund för aktiviteten, datainsamlingsstrategier och resultaten. Betrakta tabell 6 för att se vilken artikel som tillhör respektive tema.

Tabell 6

Tema med tillhörande artikel

Tema	Artikeltitel och författare
Rollspel	Life's a Beach: Using Role-Playing Scenarios to Facilitate Water Quality Studies av Sampson m.fl. (2018)
Undersökning av närmiljöer	
- I samarbete med externa aktörer	Lens on Climate Change: Making Climate Meaningful Through Student-Produced Videos av Gold m. fl. (2015)
- Inte i samarbete med externa aktörer	Actively Participating in University-Sponsored Ecological Research Increases High School Students' Knowledge of and Attitudes About Science av Rollwagen-Bollens m. fl. (2022) Education for Sustainable Development: A Study in Adolescent Perception Changes Towards Sustainability Following a Strategic Planning-Based Intervention - The Young Persons' Plan for the Planet Program av Ian m. fl. (2019) Urban Itineraries with Smartphones to Promote an Improvement in Environmental Awareness among Secondary School Students av Álvarez-Herrero (2023)
Praktiskt byggande	The Influence of Project-Based STEM (PjBL-STEM) Applications on the Development of 21st-Century Skills av Baran m. fl. (2021) Impacts of integrating engineering design process into STEM makerspace on renewable energy unit to foster students' system thinking skills av Abdumahaman m.fl. (2023)

4.1 Rollspel

I artikeln *Life's a Beach* av författarna Sampson m.fl. (2018) fick eleverna utföra ett rollspel. Rollspelet gick ut på att eleverna i olika grupper fick representera ett miljökonsultföretag som anlitas av en fiktiv stad. Miljökonsultföretaget fick en budget att utgå ifrån för att göra arbetet verklighetstroget. Företaget skulle sedan avgöra den bästa placeringen för ett nytt rekreationsområde som staden skulle utveckla längs en flod. Eleverna fick olika förslag på platser markerade på en karta och skulle avgöra, utifrån vattenkvaliteten, den bästa platsen för byggnation. Byggnationen skulle alltså genomföras på platsen med bäst vattenkvalitet. Exempelvis skulle närliggande industrier, motorvägar och bondgårdar beaktas för att diskutera deras påverkan på vattendrag som i sin tur hade en påverkan på både befolkning och ekosystem. Eleverna fick diskutera vilka kemikalier som kunde återfinnas på respektive plats. Därefter kunde vattenprover "köpas" av läraren och jämföras med tabeller som angav godkända halter av respektive ämne. Detta skulle skapa underlag för att avgöra om platsen skulle uteslutas eller undersökas ytterligare. Efter ett antal prover kunde ett välgrundat förslag om byggnationsplats föreslås av respektive grupp.

Sampson m.fl. (2018) nämner att aktiviteten kan skraddarsys efter behov och inkludera diskussionspunkter om eventuella tekniska lösningar och restaureringsaktiviteter som staden kan utveckla för att förhindra eller mildra de utsläpp som återfanns. Det går även att inkludera

diskussionsfrågor om miljöpolicy och lagar som kan beaktas vid allmänna byggnationer. Ett förslag är att genomföra aktiviteten under en lektion.

Fortsättningsvis nämner Sampson m. fl. (2018) forskning som visar att rollspel är ett bra och effektivt sätt för eleverna att utforska verklighetsbaserade scenarier och stimulera praktiskt lärande i klassrummet. Då detta ska hjälpa eleverna att visualisera komplicerade problem och utforska komplexa lösningar som ofta är av tvärvetenskaplig karaktär. Ytterligare nämns forskning om problembaserat lärande som möjliggör ett självstyrt utforskande där eleverna ska lösa de befintliga problemen. Detta har påvisats vara en effektiv strategi för att öka engagemanget hos eleverna. Rollspel är också effektivt för att skapa varierande undervisning i en formell miljö (Sampson m. fl., 2018).

Gymnasieeleverna (50 personer) svarade efter aktiviteten på en enkät med både kvantitativa och kvalitativa frågor. 85,4 % tyckte att aktiviteten var engagerande, och de flesta var nöjda med sitt deltagande. Eleverna menade att det var givande med praktiskt lärande, då de förstod vikten av de inlärdade teorierna och koncepten, eftersom de kunde tillämpa dem i verkliga scenarier. En slutsats som framkom i artikeln var vikten av att utforma elevaktiviteter som ger elever verktyg för att fatta välgrundade beslut kring deras eget samspel med den hållbara utvecklingen. Ett exempel på detta var att låta eleverna förstå hur vattenkvaliteten påverkas av mänskliga faktorer och olika verksamheter, samt hur dessa i sin tur påverkas av beslut som fattas av olika aktörer i samhället (Sampson m. fl., 2018).

4.2 Undersökning av närmiljöer

Här beskrivs artiklarna utifrån underteman: de som handlar om samarbete med externa aktörer och de som inte handlar om samarbete med externa aktörer.

4.2.1 I samarbete med externa aktörer

I artikeln *Actively Participating in University-Sponsored Ecological Research Increases High School Students' Knowledge of and Attitudes About Science* lät författarna Rollwagen-Bollens m.fl. (2022) eleverna delta i ett större befintligt forskningsprojekt i närområdet. Projektet syftade till att dokumentera flodmynningens ekologiska tillstånd i Colombiafloden (USA) genom regelbundna provtagningar av vattnet. Eleverna fick under månaderna juni till september bistå i provtagningen, som visade salthalten, koncentrationen av näringsämnen och plankton. Proverna skickades sedan till forskningsprojektets laboratorium för undersökning. Eleverna fick därefter medverka på forskarnas konferens i slutet av terminen där flodens dåliga skick diskuterades utifrån orsaker och förslag på åtgärder. Floden var belägen vid storstadsområden med snabbväxande bostadsutveckling, ökad befolkning och infrastrukturer. Floden låg vid skogs- och jordbruksmarker som exploaterades i takt med den ökande befolkningsmängden och var belägen nära växande tekniska industrier. Fiske och en ökad turism var också faktorer som påverkade floden. Lärarna fick en kort utbildning i hur

provtagningen skulle utföras och implementerade detta projekt i läroplanen själva. Detta forskningsprojekt var tvärvetenskapligt och att medverka och förstå vikten av ekologiska projekt är relevant för många akademiska discipliner. För att belysa att tekniska lösningar är avgörande för att bevara och förbättra naturens tillstånd, är det centralt att involvera framtida ingenjörer och beslutsfattare. Därför är denna typ av projekt väl lämpade för STEM-ämnena, då de ger praktiska insikter i hur teknik kan bidra till hållbar utveckling (Rollwagen-Bollens m.fl., 2022).

Författarna Rollwagen-Bollens m.fl. (2022) utgick från forskning som menar att plats- och projektbaserat lärande är effektiva strategier för att skapa ett lärande som både är meningsfullt och relevant för eleverna. Genom att låta eleverna utforska platser, samarbeta med andra och koppla sina befintliga kunskaper till miljöutvecklingen i närområdet, stärks förståelsen och engagemanget i undervisningen. Dessutom har forskning visat att sådana metoder inom STEM-ämnena inte bara främjar lärande, utan även stimulerar ett inre engagemang som kan motivera elever att fortsätta med högre studier (Rollwagen-Bollens m.fl., 2022).

I undersökningen deltog 65 elever. Urvalet baserades på skolans läge, då floden skulle vara lättillgänglig för eleverna (Oregon och Washington). Undersöknings- och analysmetoden var av blandad karaktär. Eleverna fick svara på kvantitativa enkäter både före och efter deltagandet. Semistrukturerade intervjuer genomfördes också i fokusgrupper i slutet av projektet. Enkät- och intervju svaren analyserades med hjälp av statistiska metoder som ANOVA och t-test för kvantitativa data, samt tematisk analys för kvalitativa data. Resultatet visade en ökning i det miljövetenskapliga engagemanget, och eleverna uttryckte ett intresse för aktiviteten, dels för att den ägde rum utomhus, men också för att det var roligt och meningsfullt att bidra till ett större forskningsprojekt som hade en positiv påverkan på deras närmiljö. Detta ledde dessutom till att eleverna på en långsiktig nivå ville vara med och förändra miljöutvecklingen, och söka till högre studier inom ämnena i STEM. Eleverna menade att det var givande att träffa personer i yrkeslivet som använde den kunskap som de själva fått lära sig i skolan i en verklig och meningsfull kontext. Projektet stötte på vissa utmaningar, bland annat genomfördes en del av aktiviteten utomhus, vilket ledde till att provtagningar ställdes in för vissa elever på grund av dåligt väder och kraftig vind. Vissa lärare tyckte också att det var svårt att implementera projektet i läroplanen (Rollwagen-Bollens m.fl., 2022).

I artikeln *Lens on Climate Change: Making Climate Meaningful Through Student-Produced Videos* av författarna Gold m. fl. (2015) fick eleverna göra en film som synliggjorde klimatförändringarnas påverkan på närområdet. Lärarna i projektet valde ut olika ämnen som delades ut till eleverna. Ämnena var bland annat förändringar i lokal snöpackning, den krympande närliggande glaciären (Arapahoe i Colorado) och en ökad mängd fjälltallbaggar. Därefter intervjuades forskare om det valda ämnet på en lämplig plats, som också filmades. Detta gjordes med stöd av mentorer, som var forskarstudenter eller forskare, och fungerade som vägledare i projektet. Lärarna hade kontakt med mentorerna för att få en insikt i hur arbetet

gick. När insamlingen av alla videoklipp var klar, klipptes filmen ihop med hjälp av personer med färdigheter inom redigering. Eleverna fick också göra ett studiebesök hos forskarstudenterna på deras laboratorium eller arbetsplats. Filmen visades sedan på en filmfestival som skolan anordnade. Projektet fick läraren implementera i läroplanen, och det föreslogs i artikeln att det med fördel kunde vara ämnesövergripande mellan naturvetenskap och teknik. Projektet gav möjlighet för fördjupande arbete. Aktiviteten tog cirka 6 månader. Projektet var justerbart, där eleverna kunde öva på att etablera kontakt med forskarsamhället och själva hitta forskare att intervjua. De kunde också vara självgående under hela projektet (Gold m. fl., 2015).

Fortsättningsvis nämner Gold m. fl. (2015) att de utgick från strategierna plats- och projektbaserat lärande för att konstruera aktiviteten. Dessutom betonades vikten av att integrera autentiskt, aktivt och studentcentrerat lärande i undervisningen för att skapa en mer engagerande utbildningsmiljö där lärandet drivs av eleven själv och praktiska kunskaper kan tillämpas i verkligheten. Vidare nämns forskning som synliggör vikten av att inkludera mentorer och doktorander i projektet för att uppmuntra elever att söka till högre studier. Genom att ha med kvinnliga mentorer och doktorander kan det resultera i att fler tjejer vågar söka sig till mansdominerade branscher (Gold m. fl., 2015).

I undersökningen inkluderades 64 elever. Datainsamlingen bestod av att eleverna svarade på enkäter med öppna frågor före och efter aktiviteten. Mentorerna fick svara på en enkät, och lärarna intervjuades via telefon med ett semistrukturerat tillvägagångssätt efter aktiviteten. Svaren analyserades med hjälp av statistiska analyser och kvalitativa metoder, som tematisk analys. Resultatet visade att lärarna såg ett ökat engagemang hos eleverna under projektet, speciellt hos dem som vanligtvis inte var engagerade i skolan. Mentorerna såg också ett engagemang hos eleverna och menade att eleverna hade skapat ett genuint intresse för filmämnen. Genom att arbeta projektbaserat såg båda parterna att eleverna hade samarbetat för att färdigställa filmen. Eleverna tyckte att det var givande och motiverande att se den slutgiltiga produkten som dem själva hade färdigställt, och blev motiverade att söka till högre studier inom STEM. Utmaningar var att hitta tid och etablera kontakt med forskare och personer med färdigheter inom redigering. En annan utmaning var att vissa av mentorerna tyckte att det var svårt att vägleda eleverna (Gold m. fl., 2015).

4.2.2. Inte i samarbete med externa aktörer

I *Education for Sustainable Development: A Study in Adolescent Perception Changes Towards Sustainability Following a Strategic Planning-Based Intervention - The Young Persons' Plan for the Planet Program* av Ian m. fl. (2019) deltog eleverna i ett omfattande program som involverade flera skolor över hela landet (Australien). Varje skola organiserade sina elever i grupper och tilldelade dem ett specifikt område i sin omgivning. Eleverna undersökte detta område utifrån de globala målen och skulle identifiera 20 åtgärder som kunde vidtas för att uppnå varje mål. Nästa steg var att prioritera dessa åtgärder, där de valde ut fyra som ansågs

mest viktiga enligt 80/20-regeln (Pareto's Princip). Därefter skulle en strategisk plan utarbetas för att strukturera åtgärderna. Planen omfattade en beskrivning av hur åtgärderna skulle genomföras och byggas, vilka aktörer och beslutsfattare som behövde involveras, samt en redogörelse för strategier och mål. Alla skolors insatser för det tilldelade området sammanställdes sedan till en gemensam plan. Genom att kombinera dessa planer från olika skolor skapades både regionala och nationella åtgärdsplaner för klimatet, med de globala målen som ramverk. Slutligen presenterades resultaten för politiker och beslutsfattare. Programmet var utformat för att omfatta STEM-ämnena, vilket betonade vikten av att involvera alla discipliner i arbetet för att uppnå de globala målen. Programmet sträckte sig över ett år (Ian m. fl., 2019).

Ian m. fl. (2019) baserade aktiviteten på utmaningsbaserat och praktiskt lärande, vilket är effektiva strategier, enligt forskning, för att engagera elever i frågor om hållbar utveckling. Genom att arbeta med verkliga utmaningar och samhällsproblem får eleverna en djupare förståelse för komplexa frågor och konfliktrika problem, som inte har en självklar lösning. För att bemöta dessa utmaningar användes ramverket, VMOSA (vision, mission, objectives, strategies, actions), som vägledde eleverna under arbetet. Forskning om hur dessa lärarstrategier, i kombination med VMOSA, påverkar elevernas lärande är fortfarande begränsad (Ian m. fl., 2019).

Det var 300 elever som var med i aktiviteten. Urvalet utgick från att låta eleverna på skolorna vara med i programmet frivilligt. Aktiviteten var utanför skoltid, då Ian m. fl. (2019) ville implementera programmet snabbt. Eleverna svarade på kvantitativa enkäter efter deltagandet. De deltog även i fokusgrupper, och vissa fick möjlighet att delta i individuella intervjuer med öppna frågor av kvalitativ karaktär. Resultatet visade att programmet hade en betydande och positiv inverkan på elevernas förståelse, engagemang och handlingskompetens i förhållande till de globala målen och klimatförändringarna. Programmet visade sig vara ett effektivt verktyg för att hantera och öka förståelsen för konfliktrika problem i relation till de globala målen. Forskning som användes som grund fick mer underlag och kan med fördel användas i utbildningssyfte för hållbar utveckling i STEM. Ytterligare visades en förändring i elevernas engagemang, där deras förståelse för sin egen påverkan på framtidens klimat stärktes. Detta gav dem en känsla av att de ägde framtiden och kunde vara med och påverka den hållbara utvecklingen. En begränsning i studien var att urvalet utgick från frivillighet, vilket resulterar i att redan engagerade elever kan ha inkluderats i urvalet (Ian m. fl., 2019).

Aktiviteten i *Urban Itineraries with Smartphones to Promote an Improvement in Environmental Awareness among Secondary School Students* av Álvarez-Herrero (2023) syftade till att låta eleverna utforska närområdet (Alcoy i Spanien) för att synliggöra urbaniseringens påverkan på staden. I grupp använde de sina telefoner och olika applikationer för att dokumentera bullerföroreningar och den biologiska mångfalden i ett tilldelat område. Eleverna intervjuade även personer för att interagera med befolkningen. Aktiviteten ska hjälpa

elever att förstå vikten av de globala målen. Aktiviteten pågick under en dag (Álvarez-Herrero, 2023).

Författaren Álvarez-Herrero (2023) framhåller att aktiviteten präglades av informellt lärande, där en stor del av arbetet utfördes utomhus och inte så tydligt kopplat till läroplanen. Tidigare forskning menar att denna strategi kan öka motivationen hos elever. Dessutom framkommer forskning som nämner vikten av att integrera mobiltelefoner i undervisningen för att stimulera elevers engagemang och intresse för lärandet eftersom mobiltelefoner relaterar till elevers vardagliga liv (Álvarez-Herrero, 2023).

Lärarna fick lämna in en ansökan för att kunna delta i Álvarez-Herrero (2023) aktivitet/studie. Kravet var att skolan var lokaliserad nära området för aktiviteten. Majoriteten av dem som lämnade in en ansökan var lärare i teknik eller naturvetenskap. Eleverna fick vara med i aktiviteten frivilligt, och det var 214 stycken som deltog. Eleverna fick svara på en enkät efter deltagandet, där frågorna var både kvantitativa och kvalitativa. Insamlade data analyserades statistiskt för de kvantitativa resultaten och med tematisk analys för de kvalitativa svaren. Resultatet visade att eleverna var mycket engagerade i aktiviteten, då de menade att de fick upptäcka närområdet med nya ögon och identifiera sådant som de annars inte hade lagt märke till, som bullerföreningar. Dock visades ingen skillnad i elevernas engagemang gällande användandet av mobiltelefoner i undervisningen. Detta var inte i enlighet med tidigare forskningsresultat. En möjlig förklaring som lyftes var att det regnade under hela aktiviteten. Ett förslag för vidareutveckling är att genomföra aktiviteten under bra väderförhållanden (Álvarez-Herrero, 2023).

4.3 Praktiskt byggande

I artikeln *Impacts of integrating engineering design process into STEM makerspace on renewable energy unit to foster students' system thinking skills* av Abdurrahman m. fl. (2023) fick eleverna vara med och lösa ett befintligt problem på skolan, att ta hand om dammpartiklar som ansamlades inomhus från den närbelägna motorvägen (Bandar Lampung i Indonesien). Eleverna designade och byggde en prototyp, en dammsugare, av förnybart material som drevs med förnybar energi. De arbetade enligt ingenjörens designprocess (Engineering Design Process, EDP). Målgruppen var elever inom STEM-ämnen. Abdurrahman m. fl. (2023) nämner forskning om projekt- och problembaserat lärande, som ligger till grund för aktiviteten.

Det var 67 elever som deltog i aktiviteten i Abdurrahman m.fl. (2023) studie. Eleverna valdes baserat på skolans plats, då det var välkänt att skolan hade ett befintligt problem med damm. Metoden var en experimentell kvantitativ undersökning med en icke-ekvivalent kontrollgrupp. Experimentgruppen fick bygga en dammsugare enligt EDP, medan kontrollgruppen använde en annan metod. Eleverna besvarade en enkät före och efter aktiviteten, och data analyserades med statistiska metoder. Resultatet visade att experimentgruppen hade ett större engagemang i

aktiviteten jämfört med kontrollgruppen. En av slutsatserna var att projektbaserat lärande med integrerat EDP gav eleverna möjligheten till att designa och tänka som ingenjörer för att lösa befintliga problem, vilket gjorde lärandet meningsfullt för eleverna. En begränsning i studien var att alla elever genomförde samma projekt, och ett förslag på vidareutveckling var att integrera flera projekt kopplade till hållbar utveckling i aktiviteten (Abdurrahman m.fl., 2023).

I artikeln *The Influence of Project-Based STEM (PjBL-STEM) Applications on the Development of 21st-Century Skills* av författarna Baran m. fl. (2021) fick eleverna i grupp utveckla och slutligen bygga en produkt eller konstruktion med avfallsmaterial (Diyarbakir i Turkiet). Grupperna blev tilldelade ett eller flera projekt beroende på svårighetsgrad. Projekten var exempelvis att bygga en: robothand, raket, solpanel, bormaskin, liten elmotor, popcornmaskin eller ett ändlöst vattenfall. Eleverna arbetade med konstruktionen under och utanför skoltid. Målgruppen var elever inom STEM-ämnena och projektet varade i fyra veckor. Författarna Baran m. fl. (2021) nämner forskning som menar att projektbaserat lärande är en strategi som används frekvent för att stimulera elevers kompetens i STEM-ämnena. Det innebär att eleverna i grupp får samarbeta för att utforska och hantera befintliga komplexa problem. Projektbaserat lärande ska också, bland annat, motivera elever i det befintliga lärandet. Ytterligare forskning synliggörs som visar att elevers engagemang kan stimuleras i att arbeta tvärvetenskapligt med autentiska problem (Baran m. fl., 2021).

Antalet elever som fick delta i studien av Baran m. fl. (2021) var 24 stycken. Undersökningsmetoden var experimentell utan kontrollgrupp. Eleverna deltog i intervjuer, som antingen var strukturerade eller semistrukturerade. Data bearbetades med hjälp av en statistisk och tematisk analys. Resultatet visade att tillämpningen av projektbaserat lärande i STEM främjar kritiskt tänkande, samarbetsförmågan, kreativitet och problemlösningsförmågan. Dessa egenskaper är viktiga för att fullfölja en karriär inom STEM. Ett förslag för vidareutveckling som lyftes i studien var att inkludera fler elever och skolor i urvalet för ett mer övergripande resultat (Baran m. fl., 2021).

5. Diskussion

Studien syftar till att undersöka elevaktiviteter som kan främja gymnasieelevers engagemang i teknikundervisning med fokus på hållbar utveckling och hur dessa aktiviteter kan integreras i teknikämnet på gymnasiet, i relation till Gy25. I resultatet presenterades olika aktiviteter som alla framkommit i forskning av miljö-, teknik- eller STEM-undervisning på gymnasiet med syfte att bland annat utveckla elevers engagemang för hållbar utveckling. I denna del kommer resultatet att diskuteras utifrån det teoretiska ramverk som presenterades i bakgrunden. Syftet är att förstå och synliggöra aktiviteternas upphov till motivation och engagemang. Dessutom kommer resultatet att diskuteras i relation till ämnesplanen i teknik, för att synliggöra aktiviteternas integration i svensk undervisningskontext. Vidare diskuteras artiklarnas

metodval och etiska överväganden, för att synliggöra resultatens pålitlighet och om etiska riktlinjer har efterföljts. Därefter diskuteras för- och nackdelar med metoden systematisk litteraturöversikt, med särskilt fokus på urvalet av studier. Vidare ges förslag på framtida forskning.

Det är uppenbart att alla aktiviteter som framkommit i litteraturöversikten avviker från traditionella undervisningsmetoder där läraren föreläser för eleverna i klassrummet. Alla aktiviteter förknippas med varierande undervisningsmetoder och enligt Keller (2010), är dessa ett effektivt sätt att stimulera *uppmärksamhet* och nyfikenhet, vilket i sin tur skapar motivation för lärande.

Eleverna deltog i tre utomhusaktiviteter för att undersöka sitt närområde (Gold m.fl., 2015; Álvarez-Herrero, 2023), varav en innefattade deltagande i ett autentiskt forskningsprojekt (Rollwagen-Bollens m.fl., 2022). Detta var engagerande för eleverna, eftersom de fick möjlighet att undersöka och utforska sitt närområde med nya ögon genom aktivitetens ramar samt tillämpa och få nya kunskaper om sin närmiljö i förhållande till hållbar utveckling. Att delta i ett forskningsprojekt gjorde aktiviteten ännu mer meningsfull enligt eleverna, eftersom de kände att de var en del av något större och bidrog till något positivt i samhället. Detta stämmer väl överens med Kellers (2010) motivationsmodell, där känslan av *relevans* och utforskande i autentiska situationer eller välbekanta miljöer motiverar eleverna i undervisningen.

Två av utomhusaktiviteterna genomfördes i samarbete med externa aktörer, som forskare och doktorander (Gold m.fl., 2015; Rollwagen-Bollens m.fl., 2022). Detta hade en positiv effekt på eleverna, då de menade att det var givande att träffa personer från yrkeslivet som använde den kunskap som de själva fått lära sig i skolan. Detta motiverade dem att uttrycka en vilja att söka högre studier inom STEM-ämnena. Inkluderingen av kvinnor från yrkeslivet stimulerade dessutom fler tjejer att uttrycka sig positiva till att söka sig till mansdominerade branscher. Detta kan kopplas till begreppet *självförtroende* i ARCS-modellen (Keller, 2010), eftersom eleverna fick möjlighet att samarbeta med externa aktörer med liknande utbildningsbakgrund, vilket gjorde aktiviteterna meningsfulla. De insåg värdet av den kunskap de hade lärt sig och såg den i ett verkligt sammanhang.

I en aktivitet, som genomfördes i samarbete med externa aktörer, skapades en film (Gold m.fl., 2015). Eleverna var engagerade i hela processen, och enligt eleverna blev skapandet av en slutprodukt en viktig bedrift, eftersom de fick se ett konkret resultat av sitt arbete. Enligt Kellers (2010) modell är detta kopplat till begreppet *tillfredsställelse*, där eleverna får se bevis på sina prestationer, vilket i sin tur är motivationsskapande. Trots att det uppstod vissa svårigheter, som att hitta gemensamma mötestider med forskarna och bristfällig kommunikation, visade eleverna engagemang i aktiviteten.

I en annan aktivitet utvecklade eleverna åtgärdsplaner för sitt närområde i relation till de globala målen, utan att samarbeta med externa aktörer (Ian m.fl., 2019). Genom att utforska komplexa och konfliktrika problem baserat på ramverket VMOSA, påverkades deras attityder och engagemang positivt gentemot hållbar utveckling. Enligt Keller (2010) kan detta ses som en motivationsskapande företeelse, där eleverna kände en ökad känsla av kontroll över komplexa utmaningar, vilket gav dem *självförtroende*. Eleverna menade även att deltagandet i aktiviteten gav dem en känsla av att de ägde framtiden och kunde vara med och påverka den hållbara utvecklingen i närområdet. Detta kan kopplas till begreppet *relevans*, eftersom utforskandet skedde i en välbekant miljö och de förstod den meningsfulla tillämpningen av den nya kunskapen som aktiviteten gav.

De resterande tre aktiviteterna genomfördes i klassrummet, där eleverna fick delta i ett rollspel eller designa och bygga olika prototyper. I rollspelet (Sampson m.fl., 2018) fick eleverna utforska verkliga scenarion och lösa problem vid fastställandet av ett nytt rekreationsområde. Eleverna menade att aktiviteten var engagerande och meningsfull, eftersom de kunde lösa problem med befintlig kunskap utifrån ett verkligt scenario. Enligt Keller (2010) kan detta ses som en motivationsskapande aktivitet, som engagerar genom *relevans* och *uppmärksamhet*, då eleverna utforskade autentiska problem och kände nyfikenhet inför att hitta lösningar.

I två aktiviteter fick eleverna konstruera olika prototyper med hjälp av avfallsmaterial. I den ena aktiviteten byggde eleverna en dammsugare för att lösa problem med damm (Abdurrahman m. fl., 2023) och i den andra skulle de välja bland och bygga angivna konstruktioner (Baran m. fl., 2021). I den första aktiviteten fick eleverna möjligheten att lösa problem tillsammans och demonstrera ett verklighetstroget arbetssätt som utförs av ingenjörer. Aktiviteten visade på ett tydligt engagemang från elevernas sida, och de demonstrerade en problemlösningsförmåga. Detta är i linje med Kellers (2010) modell, där *uppmärksamhet*, driven av nyfikenhet, är central för att lösa problem och skapa motivation i undervisning. Genom att låta eleverna demonstrera ett autentiskt arbetssätt kopplat till ett problem i deras närmiljö, kan aktiviteten även kopplas till begreppet *relevans*, som är motivationsskapande då aktiviteten knyter an till ett verkligt problem och exempel samt en verklig plats. I den andra aktiviteten fick eleverna arbeta i grupp och lösa problem tillsammans för att konstruera olika prototyper. Eleverna visade ett intresse för aktiviteten och demonstrerade en problemlösningsförmåga. Denna aktivitet kan kopplas till Kellers (2010) begrepp *uppmärksamhet* då aktiviteten stimulerar ett kunskapssökande beteende (problemlösningen) vilket är centralt för att skapa motivation i undervisning.

Sammanfattningsvis innebär aktiviteterna ett avsteg från traditionell undervisning, där syftet har varit att engagera eleverna i undervisning om hållbar utveckling inom bland annat STEM-ämnena. Elevernas engagemang i dessa aktiviteter kan förklaras utifrån motivationsskapande faktorer relaterade till begreppen *relevans*, *uppmärksamhet*, *självförtroende* och *tillfredsställelse*. Faktorer som problemlösning, undervisning kopplad till autentiska arbetssätt och miljöer, samarbete med yrkesverksamma och praktiskt skapande spelar en central roll i att

skapa en meningsfull och motiverande lärandemiljö i aktiviteter som stimulerar engagemang hos eleverna. Dessa aktiviteter har i sin tur lett till att eleverna uttrycker en vilja att söka sig vidare till högre studier inom STEM-ämnena samt att den kunskap de tillägnar sig känns meningsfull och relevant för deras egen utbildning, närmiljö och framtid utifrån hållbara aspekter.

Det är tydligt att arbetet för hållbar utveckling är tvärvetenskapligt, då många aktiviteter belyser vikten av att integrera flera discipliner för att uppnå ett hållbart samhälle. Teknikämnet på gymnasiet beskrivs av Skolverket (2024b) som tvärvetenskapligt och ska belysa både teknikens roll i samhällsutvecklingen och samspelet mellan människa och natur. Samtliga aktiviteter som inkluderades i litteraturoversikten har en anknytning till teknikämnets centrala innehåll där eleverna ska få möjlighet att utveckla förståelsen om *hur teknik utvecklas i samspel med det omgivande samhället* och/eller få kunskaper om *teknikutvecklingsprocessen och dess olika delar* (Skolverket, 2024b).

I forskningsprojektet (Rollwagen-Bollens m.fl., 2022) deltog eleverna i provtagning av flodvatten och medverkade sedan på en konferens med deltagare från olika discipliner, som diskuterade orsaker och åtgärder för att förbättra flodens tillstånd. Elevernas deltagande var viktigt för att synliggöra vikten av tekniska lösningar för att uppnå ett hållbart samhälle, särskilt för framtida ingenjörer. Denna aktivitet kan kopplas till ett autentiskt arbetssätt för ingenjörer, där arbetet inleds med att identifiera problem, såsom flodens försämrade tillstånd på grund av närliggande industrier och jordbruk, och därefter, i samråd med andra, skapa idéer för åtgärder för att förbättra flodens tillstånd. *Här möts naturens och samhällets behov, och genom samspel identifieras tekniska lösningar som gynnar och tillfredsställer båda parterna.* Aktiviteten kan även kopplas till synliggörandet av *teknikutvecklingsprocessen*, där behovet av nya tekniska lösningar blir tydligt.

I rollspelet (Sampson m.fl., 2018) fick eleverna identifiera den bästa platsen för byggnation av ett rekreationsområde, med hänsyn till den närliggande flodens tillstånd, som påverkades av industrier, jordbruk och motorvägar. Byggnationen, som efterfrågades av samhällets beslutsfattare, skulle anpassas efter naturens tillstånd, det vill säga flodens vattenkvalitet. Området skulle byggas där vattnet hade den bästa kvaliteten. Genom detta samspel mellan samhälle och natur kunde en lämplig plats för rekreationsområdet identifieras. Sampson m.fl. (2018) föreslog att aktiviteten kunde inkorporera ett lösningsorienterat tänkande för att identifiera vilka tekniska lösningar som kunde implementeras för att förbättra flodens tillstånd. Detta illustrerar *samspelet mellan teknikutveckling och det omgivande samhället*. Dessutom synliggör aktiviteten en del av *teknikutvecklingsprocessen*, där tekniska idéer och lösningar ligger till grund för de åtgärder som kan vidtas för att förbättra flodens tillstånd.

I aktiviteterna där eleverna fick identifiera problem och lösningar i närområdet i relation till de globala målen (Ian m. fl., 2019), skapa en film om klimatförändringarnas påverkan på staden (Gold m. fl., 2015), bygga en dammsugare för att lösa problem med damm på skolan (Abdurrahman m. fl., 2023) eller undersöka urbaniseringens konsekvenser, såsom bullerföroreningar och förlust av biologisk mångfald (Álvarez-Herrero, 2023), identifierade eleverna problem som är i behov av tekniska lösningar. Detta är en del av *teknikutvecklingsprocessen*. Dessa aktiviteter möjliggör dessutom observationer av problem i samhället, vilket illustrerar ett första steg i hur *teknik utvecklas i förhållande till det omgivande samhället*. I en annan aktivitet där eleverna byggde olika prototyper med avfallsmaterial (Baran m. fl., 2021) illustrerades materialåtervinning, vilket är i linje med en del av *teknikutvecklingsprocessen*.

Dessa paralleller mellan de internationella studierna och teknikämnets centrala innehåll ger stöd för att studierna kan användas som inspirationsmaterial för lärare inom svensk teknikundervisning på gymnasienivå.

Artiklarnas metodval och etiska överväganden

Flera av artiklarna i litteraturoversikten använde en mixad metod för datainsamling (Sampson m.fl., 2018; Rollwagen-Bollens m.fl., 2022; Gold m.fl., 2015; Ian m.fl., 2019; Álvarez-Herrero, 2023). Enligt Creswell och Creswell (2018) är den mixade metoden särskilt användbar inom forskning om utbildning, eftersom den kombinerar kvantitativa och kvalitativa data. Creswell och Creswell (2018) menar att kombinationen av metoderna väger upp respektive methods nackdelar, vilket ger en mer heltäckande bild av forskningsämnet. Den kvantitativa metoden erbjuder nämligen objektiva resultat som kan analyseras utifrån statistiska metoder som identifierar generella mönster, medan den kvalitativa metoden ger en insikt i deltagarnas personliga attityder. Genom att använda dessa metoder, som Creswell och Creswell (2018) framhåller, skapas en mer pålitlig representation av verkligheten, eftersom kombinationen tar hänsyn till både generella mönster och personliga erfarenheter. Flera studier har visat att denna metod är effektiv i forskning om utbildning (Pregoner, 2024; Almalki, 2016). I de resterande två artiklarna användes en experimentell undersökningsmetod, en med kontrollgrupp (Abdurrahman m.fl., 2023) och en utan kontrollgrupp (Baran m. fl., 2021). Experiment som inkluderar en kontrollgrupp ger mer pålitliga resultat, då forskaren kan jämföra de olika grupperna och utesluta påverkan av externa faktorer (Bobrownicki m.fl., 2022). Utan en kontrollgrupp blir det svårare att styrka resultaten, eftersom deltagarna kan ha påverkats av faktorer som är svåra att identifiera. Därför bidrar användningen av kontrollgrupper eller alternativa kontrollmetoder till att stärka resultatens pålitlighet (Bobrownicki m.fl., 2022). En vidareutveckling av denna studie skulle kunna vara att inkludera kriterier i den systematiska litteraturoversikten som tar hänsyn till artiklarnas metod, exempelvis krav på kontrollgrupper i experimentella undersökningsmetoder.

Värt att nämna är att urvalet i två artiklar (Ian m. fl., 2019; Álvarez-Herrero, 2023) baserades på att elever deltog frivilligt i studien/aktiviteten, vilket kan ha lett till att redan engagerade elever inkluderades i urvalet, vilket författarna Ian m.fl. (2019) understryker. Detta kan leda till en felaktig representation av verkligheten, eftersom resultatet baseras på en grupp som redan har ett engagemang i ämnet. Detta kan minska pålitligheten i de slutsatser som dras angående effekten av den studerade aktiviteten. Dock, genom frivilligheten skapas ett samtycke för deltagande i studien, vilket är viktigt med tanke på de etiska riktlinjer som handlar om att deltagare ska samtycka innan de involveras i forskning (Vetenskapsrådet, 2024). Tre artiklar tog upp etiska överväganden (Rollwagen-Bollens m.fl., 2022; Abdurrahman m. fl., 2023; Álvarez-Herrero, 2023), och samtliga nämnde att de hade godkänts av etiska nämnder. En annan studie nämnde att inga intressekonflikter uppkom i samband med studien (Ian m. fl., 2019), vilket indikerar att författarna har reflekterat över potentiella bias. Ytterligare studier (Gold m. fl., 2015; Sampson m. fl., 2018; Baran m. fl., 2021) nämnde inte specifikt etiska överväganden, men trots detta kan dessa studier relateras till den etiska grundprincip som fastställts av Vetenskapsrådet (2024), *respekt* för forskningspersoner, vilket bland annat innebär att deltagarnas namn inte ska publiceras för att säkerställa deras integritet och skydda deras identitet.

Metod, urval och framtida forskning

En systematisk litteraturoversikt har flera fördelar, men det finns också vissa nackdelar som bör beaktas. En av de största fördelarna är att denna typ av översikt är noggrant utarbetad, vilket innebär att forskaren skapar tydliga kriterier för artiklar som ska exkluderas eller inkluderas i översikten. Detta leder till att studierna analyseras på ett transparent och objektivet sätt, vilket minskar risken för bias (Nightingale, 2009).

Det är dock viktigt att komma ihåg att både söksträng och kriterier definieras av forskarens befintliga kunskap och erfarenhet. Detta innebär att andra forskare, med en annan bakgrund eller erfarenhet, kanske skulle ha valt andra kriterier eller sökstrategier, vilket kan påverka resultatet och begränsa resultatens generaliserbarhet. Det är också värt att notera att systematiska översikter ofta kräver en stor mängd tid för ett framgångsrikt genomförande, vilket kan påverka resultatet. Med mer tid kan exempelvis fler databaser användas i sökningen av artiklar, vilket medför att studien blir mer representativ för det aktuella forskningsområdet (Mallett m.fl., 2012). Det är också värt att nämna att urvalet av databaser i denna studie kan ha bidragit till att relevanta studier, som kan ge viktiga insikter om det aktuella forskningsämnet, exkluderas. Detta eftersom de valda databaserna enbart publicerar engelska studier. Genom att utvidga urvalet av databaser som tar hänsyn till artiklar på andra språk, exempelvis tyska, som också är ett akademiskt språk, hade det kunnat leda till ett mer representativt resultat som är mer generaliserbart. Att inkludera sådana databaser kan ha gett djupare insikter och ytterligare inspiration om teknikundervisning. Detta leder till att det skulle vara intressant att se forskning som söker artiklar som är relaterade till frågeställningen i föreliggande studie, men som söker i andra databaser än de som beaktas här.

I litteraturöversikten som genomfördes identifierades sju artiklar som var relevanta, många av dem fokuserade på undervisning inom STEM-ämnena. Trots att teknik är en del av STEM och både teknik och hållbar utveckling är tvärvetenskapliga områden, var målet att hitta aktiviteter som specifikt fokuserar på teknikundervisning med fokus på hållbar utveckling. Det visade sig dock vara svårt att hitta, vilket var förvånande, särskilt med tanke på att teknik och hållbar utveckling är tydligt sammankopplade (Al-Emran & Griffy-Brown, 2023). En möjlig förklaring kan vara skillnader i hur teknikundervisning genomförs internationellt jämfört med i Sverige, exempelvis beroende på olika styrdokument. Likaså hur olika länder definierar, fyller och benämner sitt teknikämne. Det kan också bero på att söksträngen var för bred eller att det finns en begränsad mängd forskning som fokuserar på just teknikundervisning och hållbar utveckling. En annan förklaring kan vara länders olika synsätt på hållbar utveckling (Gröndahl & Svanström, 2011), vilket gör att integreringen av begreppet i teknikundervisning kanske inte prioriteras, då andra begrepp anses vara viktigare. Detta kan leda till att forskning som kopplar samman teknikundervisning och hållbar utveckling blir begränsad. Det vore intressant att se ytterligare forskning om hur hållbar utveckling kan integreras i teknikundervisningen för att öka engagemanget, särskilt med tanke på det minskade intresset för teknik (Skolverket, 2024c; SCB, 2023) och ungdomars ofta dystra syn på framtiden när det gäller hållbar utveckling (Generationsbarometern, 2024; Våra Barns Klimat, 2023). Det är också eftertraktat eftersom tekniska lösningar spelar en central roll i att utveckla en hållbar framtid, både på nationell och internationell nivå (Kolmos, 2021).

En viktig aspekt att lyfta är att de artiklar som identifierades inte tog hänsyn till alla dimensioner som begreppet hållbar utveckling omfattar, nämligen den ekonomiska aspekten. Denna aspekt är en viktig del av hållbar utveckling eftersom ekonomiska faktorer ofta ligger till grund för beslut som rör åtgärder relaterade till hållbar utveckling. En annan viktig aspekt som bör belysas är att den globala uppvärmningen och klimatförändringar påverkar ekonomier runt om i världen, vilket kan vara en viktig drivkraft för både politiker och olika verksamheter att främja en teknisk utveckling som gynnar den hållbara utvecklingen. Denna aspekt är viktig att förmedla till elever i undervisning för att synliggöra sambanden mellan ekonomi och hållbarhet men också för att öka medvetenheten om att beslut i både vardagliga och demokratiska sammanhang, såsom valet av företag för olika typer av inköp och investeringar, kan påverka den hållbara utvecklingen. Därför är det eftertraktat att se ytterligare forskning om aktiviteter i teknikundervisning som tar hänsyn till den ekonomiska dimensionen av hållbar utveckling och som ska verka främjande för elevers engagemang.

Ytterligare en observation var att många av de identifierade aktiviteterna var långvariga och tidskrävande, både i planering och genomförande. Detta kan vara en utmaning för lärare att implementera i den vardagliga skolundervisningen, där tid ofta är en begränsad resurs. Trots detta kan de identifierade aktiviteterna ändå fungera som inspiration för lärare, som kan skapa egna aktiviteter baserade på de teman och begrepp som framkommit, exempelvis koppla

teknikundervisning med fokus på hållbar utveckling till autentiska arbetssätt och exempel, eller samarbeta med yrkesverksamma. För att underlätta implementeringen av dessa typer av aktiviteter för lärare skulle framtida forskning kunna fokusera på att utveckla aktiviteter som är lättare att integrera i den vardagliga undervisningen.

6. Slutsatser och underlag för utvecklingsarbete

Sammanfattningsvis visar resultatet att aktiviteter som kopplar teknikundervisning med fokus på hållbar utveckling till autentiska arbetssätt och miljöer, eller samarbete med yrkesverksamma, problemlösning eller praktiskt skapande, via rollspel, praktiskt byggande eller undersökning av närmiljöer, är effektiva för att främja gymnasieelevers engagemang. Genom att använda ARCS-modellen (Keller, 2010) för att analysera dessa aktiviteter, framkommer tydligt hur faktorerna *relevans*, *uppmärksamhet*, *självförtroende* och *tillfredsställelse* spelar en central roll i att skapa en meningsfull och motiverande lärandemiljö i aktiviteter som stimulerar engagemang hos eleverna.

Genom att låta eleverna undersöka närmiljön som påvisar konkreta behov som kan lösas med elevernas kunskaper skapas engagemang (Gold m.fl., 2015; Álvarez-Herrero, 2023; Rollwagen-Bollens m.fl., 2022; Ian m.fl., 2019), eftersom deras kunskapsinläring upplevs som *relevant* och meningsfull för framtidens hållbara utveckling. Vidare pekar resultaten på vikten av externa samarbeten och att få ta del av autentiska arbetssätt, vilket stärker elevernas engagemang att fortsätta sina studier och karriärer inom teknik (Gold m.fl., 2015; Rollwagen-Bollens m.fl., 2022). Genom att se den direkta tillämpningen av deras kunskaper i praktiken genom att möta yrkesverksamma som använder samma kunskaper stimuleras *självförtroendet*, vilket i sin tur bidrar till att de ser större värde i sin utbildning vilket skapar engagemang i undervisningen. Det framgår också att aktiviteter som erbjuder konkreta resultat i form av exempelvis en film (Gold m.fl., 2015) ger eleverna en *tillfredsställelse*, vilket ytterligare bidrar till engagemang i undervisningen. Problemlösning är också en metod för att skapa engagemang (Sampson m. fl., 2018; Abdurrahman m. fl., 2023; Baran m. fl., 2021), då det väcker elevernas *uppmärksamhet* och stimulerar deras nyfikenhet. Genom att utmana dem med konkreta problem i närmiljön kan deras motivation stimuleras, samtidigt som de får möjlighet att tillämpa sina kunskaper på ett meningsfullt sätt.

De internationella studierna och aktiviteterna kunde alla integreras i teknikämnet på gymnasiet, genom att belysa *teknikutvecklingsprocessen* samt visa *hur teknik utvecklas i samspel med det omgivande samhället*. Detta skapar underlag för att de identifierade studierna kan användas som inspiration för svensk teknikundervisning med fokus på hållbar utveckling.

Framtida forskning bör fortsätta utforska och utveckla aktiviteter som enkelt kan integreras i teknikundervisning med fokus på hållbar utveckling. Syftet är både att stärka kopplingen mellan

teknikutveckling och hållbar utveckling samt att engagera elever att fullfölja sina studier inom teknik genom att visa den meningsfulla tillämpningen av den kunskap de får för att skapa en hållbar framtid. Det finns stor potential i att skapa aktiviteter inom teknikundervisningen som stärker elevernas förståelse och engagemang för att bidra till en hållbar framtid.

Det resultat som presenterats och diskuterats här ovan kommer att ligga till grund för nästa steg i examensarbetet, i utvecklandet av en lärarhandledning. I bilaga A presenteras både hur utvecklingsarbetet genomförts och själva produkten: lärarhandledningen.

7. Referenser

- Abdurrahman, A., Maulina, H., Nurulsari, N., Sukanto, I., Umam, A. N., & Mulyana, K. M. (2023). Impacts of integrating engineering design process into STEM makerspace on renewable energy unit to foster students' system thinking skills. *Heliyon*, 9(4). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e15100>
- Al-Emran, M., & Griffy-Brown, C. (2023). The role of technology adoption in sustainable development: Overview, opportunities, challenges, and future research agendas. *Technology in Society*, 73, 102240. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2023.102240>
- Almalki, S. (2016). Integrating quantitative and qualitative data in mixed methods research - Challenges and benefits. *Journal of Education and Learning*, 5(3), 288-296. <https://doi.org/10.5539/jel.v5n3p288>
- Álvarez-Herrero, J.-F. (2023). Urban Itineraries with Smartphones to Promote an Improvement in Environmental Awareness among Secondary School Students. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(3). <https://doi.org/10.3390/ijerph20032009>
- Aşıksoy, G., & Özdamlı, F. (2016). Flipped classroom adapted to the ARCS model of motivation and applied to a physics course. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 12(6), 1589-1603. <https://www.ejmste.com/article/flipped-classroom-adapted-to-the-arcs-model-of-motivation-and-applied-to-a-physics-course-4562>
- Baran, M., Baran, M., Karakoyun, F., & Maskan, A. (2021). The Influence of Project-Based STEM (PjBL-STEM) Applications on the Development of 21st-Century Skills. *Journal of Turkish Science Education*, 18(4), 798–815. <https://doi.org/10.36681/tused.2021.104>
- Bhavana, S., & Vijayalakshmi, V. (2022). AI-based metaverse technologies advancement impact on higher education learners. *Journal of Scientific and Engineering Research*, 21(19), 1-10. <https://doi.org/10.37394/23202.2022.21.19>
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77-101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>
- Brophy, J. (1981). *Teacher praise: A functional analysis*. *Review of Educational Research*, 51(3), 18-44.

Bobrownicki, R., Carson, H. J., MacPherson, A. C., & Collins, D. (2022). Unloading the dice: Selection and design of comparison and control groups in controlled trials to enhance translational impact within motor learning and control research. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*, 20(5), 1330–1344.
<https://doi.org/10.1080/1612197X.2021.1956567>

Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (5:e uppl.). SAGE Publications.

Dalampira, E.-S., & Nastis, S. A. (2019). Mapping Sustainable Development Goals: A network analysis framework. *Sustainable Development*, 28(1), 46–55.
<https://doi.org/10.1002/sd.1964>

Eriksson Barajas, K., Forsberg, C., & Wengström, Y. (2013). *Systematiska litteraturstudier i utbildningsvetenskap: Vägledning vid examensarbeten och vetenskapliga artiklar*. Natur & Kultur.

FN. (u.å.). Sustainable Development Goals. Hämtad [2024-10-31] från
<https://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals/>

Folkhälsomyndigheten. (2023). Barn och unga upplever klimatoro. Hämtad [2024-10-31] från
<https://www.folkhalsomyndigheten.se/contentassets/dcc1fa16b8e54febb1b0694ca1fa7afe/bar-n-unga-upplever-klimatoro.pdf>

Gold, A. U., Oonk, D. J., Smith, L., Boykoff, M. T., Osnes, B., & Sullivan, S. B. (2015). Lens on Climate Change: Making Climate Meaningful Through Student-Produced Videos. *Journal of Geography*, 114(6), 235–246. <https://doi.org/10.1080/00221341.2015.1013974>

Gröndahl, F., & Svanström, M. (2011). *Hållbar utveckling: En introduktion för ingenjörer och andra problemlösare*. Liber AB.

Ian, C., John, R., Suzy, U., David, G., Graham, D., Bobby, C., Aman, M., Bhamini, K. A., Rees, B., Charles, N., Heather, R., Kamaljit, S., Jeremy, R.-S., Kim, F., Joel, B., Mark, S. S., & James, G. I. (2019). Education for Sustainable Development: A Study in Adolescent Perception Changes Towards Sustainability Following a Strategic Planning-Based Intervention—The Young Persons' Plan for the Planet Program. *Sustainability*, 11(20).
<https://doi.org/10.3390/su11205817>

Keller, J. M. (1983). Motivational design of instruction. I C. M. Reigeluth (Red.), *Instructional design theories and models: An overview of their current status* (s. 383–434). Lawrence Erlbaum Associates.

Keller, J. M. (2010). *Motivational Design for Learning and Performance*. London: Springer.

Kolmos, A. (2021). *Engineering for sustainable development: Delivering on the Sustainable Development Goals* (s. 121–128). UNESCO.

<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000375644>

Lozano, R. (2008). Envisioning sustainability three-dimensionally. *Journal of Cleaner Production*, 16(17), 1838–1846. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2008.02.008>

Mallett, R., Hagen-Zanker, J., Slater, R., & Duvendack, M. (2012). The benefits and challenges of using systematic reviews in international development research. *International Journal of Development Research*, 4(6), 445–455

<https://doi.org/10.1080/19439342.2012.711342>

Naturskyddsföreningen. (2024a). Så hanterar du 5 vanliga klimatfördröjare. Hämtad [2024-10-18] från https://www.naturskyddsforeningen.se/artiklar/sa-hanterar-du-5-vanliga-klimatfordrojare/?gad_source=1&gclid=Cj0KCQjw1Yy5BhD-ARIsAI0RbXaLChKLt2zH7NjDiNDjFJfwvZ0fr6q8vAeZz0cMTG1IngDF_fLxSoaAs-sEALw_wcB

Naturskyddsföreningen. (2024b). Fortsatta nedskärningar i miljöbudgeten. Hämtad [2024-10-18] från <https://www.naturskyddsforeningen.se/artiklar/fortsatta-nerskarningar-i-miljobudgeten/>

Naturskyddsföreningen. (2024c). Sammanställning av klimatskadliga subventioner 2023 [PDF]. Hämtad [2024-10-18] från <https://cdn.naturskyddsforeningen.se/uploads/2021/03/Klimatskadliga-subventioner-2023.pdf>

Naturvårdsverket. (2024). Klimatmålen nås inte med befintliga beslut och åtgärder. Hämtad [2024-10-18] från <https://www.naturvardsverket.se/om-oss/aktuellt/nyheter-och-pressmeddelanden/2024/april/klimatmalen-nas-inte-med-befintliga-beslut-och-atgarder/>

Naturvårdsverket. (2024b). Sveriges utsläpp och upptag av växthusgaser. Hämtad [2024-10-18] från <https://www.naturvardsverket.se/data-och-statistik/klimat/sveriges-utslapp-och-upptag-av-vaxthusgaser/>

Nightingale, A. (2009). Determining surgical efficacy: A guide to systematic literature reviews. *Surgery (Oxford)*, 27(9), 381–384. <https://doi.org/10.1016/j.mpsur.2009.07.005>

Pregoner, J. D. (2024). Research approaches in education: A comparison of quantitative, qualitative, and mixed methods. *IMCC Journal of Science*, 4(2), 31–36.

Riksdagen. (2021). Nationell strategi för hållbar regional utveckling (Skrivelse H803133). Hämtad [2024-10-18] från https://www.riksdagen.se/sv/dokument-och-lagar/dokument/skrivelse/nationell-strategi-for-hallbar-regional-utveckling_h803133/html/

Rollwagen-Bollens, G., Holmlund, T., & Wait, J. (2022). Actively participating in university-sponsored ecological research increases high school students' knowledge of and attitudes about science. *Frontiers in Environmental Science*, 9. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2021.797769>

Saeed, S., & Zyngier, D. (2012). How motivation influences student engagement: A qualitative case study. *Journal of Education and Learning*, 1(2), 252–263. <https://doi.org/10.5539/jel.v1n2p252>

Sampson, C., Linard, E., & Garcia-Chance, L. (2018). Life's a Beach: Using Role-Playing Scenarios to Facilitate Water Quality Studies. *The American Biology Teacher*, 80(5), 353–358.

Shekhar, P., Dominguez, H., Abichandani, P., & Iaboni, C. (2023). Unpacking high school students' motivational influences in project-based learning. *IEEE Transactions on Education*, 66(4), 332–340. <https://doi.org/10.1109/TE.2023.3299173>

Skolverket. (2024a). Övergripande information om Gy25. Hämtad [2024-10-18] från: <https://www.skolverket.se/regler-och-ansvar/forandringar-inom-skolomradet/gy25---amnesbetyg-pa-gymnasial-niva/overgripande-information-om-gy25>

Skolverket. (2024b). Ämne-Teknik. Skolverket. Hämtad [2024-10-18] från: <https://www.skolverket.se/undervisning/gymnasieskolan/laroplan-program-och-amnen-i-gymnasieskolan/gymnasieprogrammen/amne-gy2025?url=907561864%2fSyllabuscw%2fJsp%2Fsubject.htm%3FsubjectCode%3DTEKI%26version%3D1%26tos%3Dgy%26origin%3Dgy2025&sv.url=12.467ba038192d14ade318a>

Skolverket. (2024c). Replik: Utmaningen är det låga intresset för teknik och naturvetenskap. Hämtad [2024-10-18] från: <https://www.skolverket.se/om-oss/press/debattartiklar/debattartiklar/2024-04-03-replik-utmaningen-ar-det-laga-intresset-for-teknik-och-naturvetenskap>

Statistiska centralbyrån. (2023). Examinerade från yrkeshögskolan 2022. Hämtad [2024-10-18]: <https://www.scb.se/hitta-statistik/statistik-efter-amne/utbildning-och-forskning/eftergymnasial-yrkesutbildning/yrkeshogskolan/pong/statistiknyhet/examinerade-fran-yrkeshogskolan-2022/>

Sundin, B. (2009). *Den kupade handen: Historien om människan och tekniken*. Carlsson.

Ungdomsbarometern. (2024). Generationsrapporten 2024 [PDF]. Hämtad [2024-10-18] från <https://www.ungdomsbarometern.se/rapportslapp-generationsrapporten-2024/>

Vetenskapsrådet. (2024). God forskningssed 2024. Hämtad [2024-12-02] från <https://www.vr.se/analys/rapporter/vara-rapporter/2024-10-02-god-forskningssed-2024.html>

Våra Barns Klimat. (2023). Barn och unga om klimatet [PDF]. Hämtad [2024-10-18] från <https://varabarnsklimat.se/barn-och-unga-om-klimatet-2023-delrapport-barn-och-unga/>

Wikberg Nilsson, Å., Ericson, Å., & Törlind, P. (2022). *Designprocess och metod*. Studentlitteratur AB.

World Commission on Environment and Development. (1987). *Our common future*. Oxford: Oxford University Press.

8. Bilagor

Bilaga A: Utvecklingsdelen

Städer och Vatten

En alltmer komplicerad relation

Lärarhandledning om hållbar stadsutveckling med fokus på åtgärder för att öka stadsområdets motståndskraft mot översvämningar.

Sammanfattning

Lärrarhandledningen är en förlängning av CETIS inspirationsmaterial om globala målen och är en produkt av ett examensarbete inom programmet Civilingenjör och Lärare (KTH). Handledningen ger förslag på undervisningsunderlag i relation till de globala målen 6 och 11. Aktiviteterna som synliggörs i handledningen är grundade på motivationsskapande forskning och ramverket *GreenComp*. Handledningens övergripande tema är synliggörandet av effekter på urbana miljöer orsakade av översvämningar, med särskilt fokus på potentiella lösningar. Aktiviteterna är tänkta att integreras i *Nivå 1* i ämnena *Teknik* och *Hållbart samhällsbyggande*. Handledningen ger förslag på tre elevaktiviteter och ett förslag på fördjupande arbete inom detta tema. Aktiviteterna inkluderar ett rollspel, en undersökning av närmiljön och en skissövning, och det uppskattade tidsomfånget är cirka 2-3 lektioner per aktivitet. Rollspelet är en simulering av ett inspel i Stockholms översiktsplan där eleverna får agera politiker, lokala invånare och experter som ska uppdatera stadens hantering av översvämningar. Undersökningen av närmiljön låter eleverna identifiera ett område i skolans närhet som har problem med översvämningar och hitta lösningar på problemet utifrån olika faktorer såsom vattenflöden och infrastruktur. Skissövningen går ut på att eleverna i samma område ska lösa översvämningsproblemet med en regnbädd, där eleverna ska rita en skiss på hur en sådan kan integreras i stadslandskapet med hänsyn till vattenflöde och befintlig infrastruktur. Det fördjupande arbetet går ut på att låta eleverna skriva en rapport om ett befintligt projekt för att hantera översvämningar, antingen genom att studera ett nationellt eller ett internationellt projekt.

Innehållsförteckning

1. INLEDNING	1
2. TEORETISKA PERSPEKTIV: ATT SKAPA EN LÄRARHANDLEDNING.....	6
3. LÄRARHANDLEDNINGENS TÄNKTA PROGRESSION	7
4. MÅL 6 OCH 11	9
5. URBANISERING OCH VATTENSYSTEM.....	10
5.1 TIPS TILL LÄRAREN: MATERIAL FÖR ATT FÖRSTÅ TEMAT.....	11
6. ROLLSPEL OM ATT UTVECKLA STOCKHOLMS ÖVERSIKTSPLAN FÖR ATT BÄTTRE HANTERA ÖVERSVÄMNINGAR.....	13
6.1 VIKTIG INFORMATION INFÖR AKTIVITETEN.....	13
6.2 ROLLSPEL OCH ELEVMATERIAL.....	14
6.3 TIPS PÅ LÄRARENS ROLL	16
7. UNDERSÖKNING AV NÄRMILJÖN.....	19
7.1 VIKTIG INFORMATION INFÖR AKTIVITETEN.....	19
7.2 AKTIVITET, ELEVMATERIAL OCH LÄRARENS ROLL.....	19
8. RITA EN SKISS AV EN REGNBÄDD	22
8.1 VIKTIG INFORMATION FÖR AKTIVITETEN	22
8.2 AKTIVITET, ELEVMATERIAL OCH LÄRARENS ROLL.....	22
9. TIPS PÅ FÖRDJUPAT ARBETE	24
10. REFERENSER.....	25

1. Inledning

Lärarhandledningen är en del av ett utvecklingsarbete inom ramen för ett examensarbete inom programmet Civilingenjör och Lärare vid Kungliga Tekniska högskolan (KTH). Examensarbetets uppdrag var att utveckla en lärarhandledning för teknikundervisning med fokus på hållbar utveckling, med CETIS (Resurscentrum för Teknikundervisning i Skolan) som uppdragsgivare. Lärarhandledningen är en förlängning av CETIS befintliga inspirationsmaterial om de globala målen (mål 6 och 11), som syftar till att underlätta och inspirera lärare att arbeta med de globala målen i teknikundervisning.

Lärarhandledningen baseras på forskning och slutsatser som formulerades i samband med en undersökande del av examensarbetet. Målet med undersökningen var att identifiera forskning om vilka aktiviteter som engagerar gymnasieelever i teknikundervisning med fokus på hållbar utveckling. En systematisk litteraturoversikt användes som metod för att hitta relevant forskning om sådana aktiviteter. Se figur 1 som visar det samlade examensarbetets struktur och tillämpade metoder. De aktiviteter som identifierades i litteraturoversikten kunde delas in i tre teman: rollspel, praktiskt byggande samt undersökning av närmiljön, där samarbete med eller utan externa aktörer utgjorde ett undertema. Dessa teman ligger till grund för de aktiviteter som beskrivs i denna lärarhandledning och är enligt forskning engagerande aktiviteter (Sampson m.fl., 2018; Gold m.fl., 2015; Rollwagen-Bollens m.fl., 2022; Ian m.fl., 2019; Álvarez-Herrero, 2023; Baran m.fl., 2021; Abdurrahman m.fl., 2023). Aktiviteterna kommer även att utformas med inspiration från forskning om motivationsskapande undervisning (Keller, 2010).

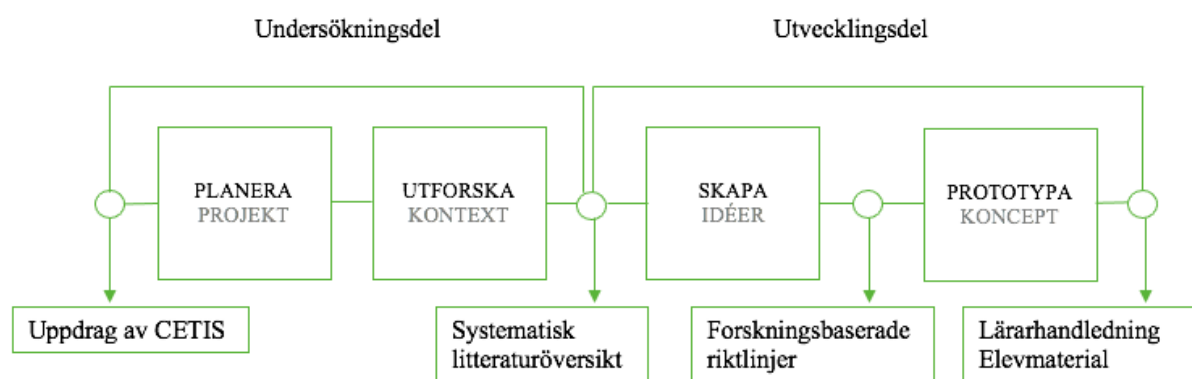
Innehållet i de aktiviteter som identifierades genom den systematiska litteraturoversikten fokuserade bland annat på urbaniseringens påverkan på närliggande vattendrag, vilket inspirerade till temat för denna handledning: *Städer och Vatten*. Handledningen är därför passande i teknikundervisning relaterat till de globala mål 6 (Rent vatten och sanitet för alla) och 11 (Hållbara städer och samhällen). Detta gör att lärarhandledningen är lämplig för ämnena *Teknik* och *Hållbart samhällsbyggande*, och är anpassad efter *Nivå 1. Teknik* är ett centralt ämne inom teknikprogrammet på gymnasiet, och *Hållbart samhällsbyggande* är ett ämne i teknikprogrammets inriktning *Hållbart samhällsbyggande och Miljö*. Syftet med handledningen är också att tillgodose behovet av nytt material för att underlätta implementeringen av den nya läroplanen för gymnasiet, Gy25, i undervisningen. Den nya läroplanen träder i kraft 1 juli 2025 (Skolverket, 2024).

Handledningen erbjuder undervisningsmaterial med fokus på hållbar utveckling, där klimatförändringar är en central del. Översvämningar blir därför ett naturligt tema att behandla. I ett klimat med allt mer extrema väderförhållanden (IPCC, 2022) kommer handledningen att undersöka översvämningars påverkan på städer. Eleverna ska arbeta med att förstå både effekter och möjliga lösningar för att hantera översvämningar i urbana miljöer. Handledningen kommer att fokusera på att skapa underlag för att formulera *visioner för en hållbar framtid*, vilket är ett centralt område i Europas ramverk *GreenComp*. Ramverket är ett forskningsbaserat

verktyg som underlättar integreringen av hållbar utveckling i undervisning. *Skapa visioner för en hållbar framtid* kan stimuleras enligt ramverket genom att låta eleverna ”skapa alternativa hållbara framtidsvisioner genom att föreställa sig och utveckla alternativa scenarier och identifiera de åtgärder som krävs för att förverkliga en önskvärd hållbar framtidsvision.” (Bianchi, m.fl., 2022). Detta är särskilt viktigt med tanke på att forskning visar att många unga känner oro inför framtiden, i synnerhet när det gäller klimatförändringarna (Generationsbarometern, 2024; Våra Barns Klimat, 2023). Genom att arbeta med att formulera och konkretisera visioner för en hållbar framtid, exempelvis genom att diskutera lösningar som kan implementeras för att göra städer mer hållbara, kan vi bidra till att minska denna oro och istället ge ungdomar ett mer positivt perspektiv på framtiden (Folkhälsomyndigheten, 2023). Aktiviteterna som presenteras nedan har skapats i samråd med en representant från CETIS.

Figur 1

Examensarbetets struktur och tillämpade metoder (läses från vänster till höger)



Nedan ges en sammanfattande beskrivning av aktiviteterna som ingår i handledningen och deras koppling till ämnesplanens centrala innehåll (se figur 2). Vidare presenteras förslag på hur aktiviteterna kan genomföras (se figur 3) och översiktlig tidsåtgång (se figur 4). Detta för att skapa en översiktlig bild av aktiviteterna och enkelt kunna avgöra vilka som är mest intressanta för just din undervisning. Som teoretisk vägledning för skapandet av lärrarhandledningen har principer och teorier används från boken *Lärare lär av läromedel* av Daniel Brehmer (2023) vilka presenteras nedan. Dessutom följer en beskrivning av tankegångarna bakom konstruktionen av aktiviteterna och deras upplägg i handledningen. Därefter beskrivs de globala målen 6 och 11, där sambandet mellan målen tydliggörs. Relevanta begrepp, som urbanisering och vattensystem, introduceras, med ett särskilt fokus på översvämningar, deras konsekvenser samt möjliga åtgärder för att hantera och förebygga dem. Handledningen föreslår sedan tre aktiviteter som behandlar detta tema och kan genomföras separat, men som även kan med fördel byggas på varandra. Förslag på ett fördjupat arbete ingår också. Temat för aktiviteterna är alltså effekter av översvämningar på urbana miljöer, med särskilt fokus på potentiella lösningar.

Rollspel om att utveckla Stockholms översiktsplan för att bättre hantera översvämningar i innerstaden

Syftet med aktiviteten är att belysa åtgärder som kan implementeras för att mildra översvämningar i urbana miljöer, samt att synliggöra hur olika aktörer samarbetar för att integrera en hållbar stadsutveckling i kommunen. I rollspelet får eleverna inta roller som kommunpolitiker, experter och lokalinvånare för att bidra med sina perspektiv till Stockholms översiktsplan. Eleverna bjuds in till ett möte där en ny rapport presenteras, som visar på ett område som behöver göras mer motståndskraftigt mot översvämningar. Experterna föreslår lösningar som kan integreras i stadslandskapet, politikerna beaktar lagar och sociala aspekter, medan lokalinvånarna delar sina åsikter om hur förslagen påverkar vardagen. Eleverna använder digitala verktyg för att söka information om översvämningar och möjliga lösningar, både nationellt och internationellt, samt om sina respektive roller.

Undersökning av närmiljön

Syftet med aktiviteten är att visa ett verklighetsnära arbetssätt som utförs av kommunen för att hantera problem med dagvatten och synliggöra vilka lösningar som kan integreras i stadslandskapet för att hantera en ökad mängd dagvatten. I denna aktivitet genomför eleverna en fältstudie i skolans närmiljö för att undersöka hur dagvatten hanteras i den urbana miljön. De undersöker översiktligt hur VA-systemet är uppbyggt i den aktuella kommunen för att hantera dagvatten. I grupper identifierar eleverna områden som är särskilt utsatta för översvämningar, analyserar vattnets flöde och föreslår åtgärder för att minska risken för översvämning. Eleverna presenterar sedan sina förslag inför klassen genom att visa bilder på de problematiska områdena och beskriva hur de föreslagna åtgärderna kan integreras i stadslandskapet för att förbättra dagvattenhanteringen.

Skissa en regnbädd

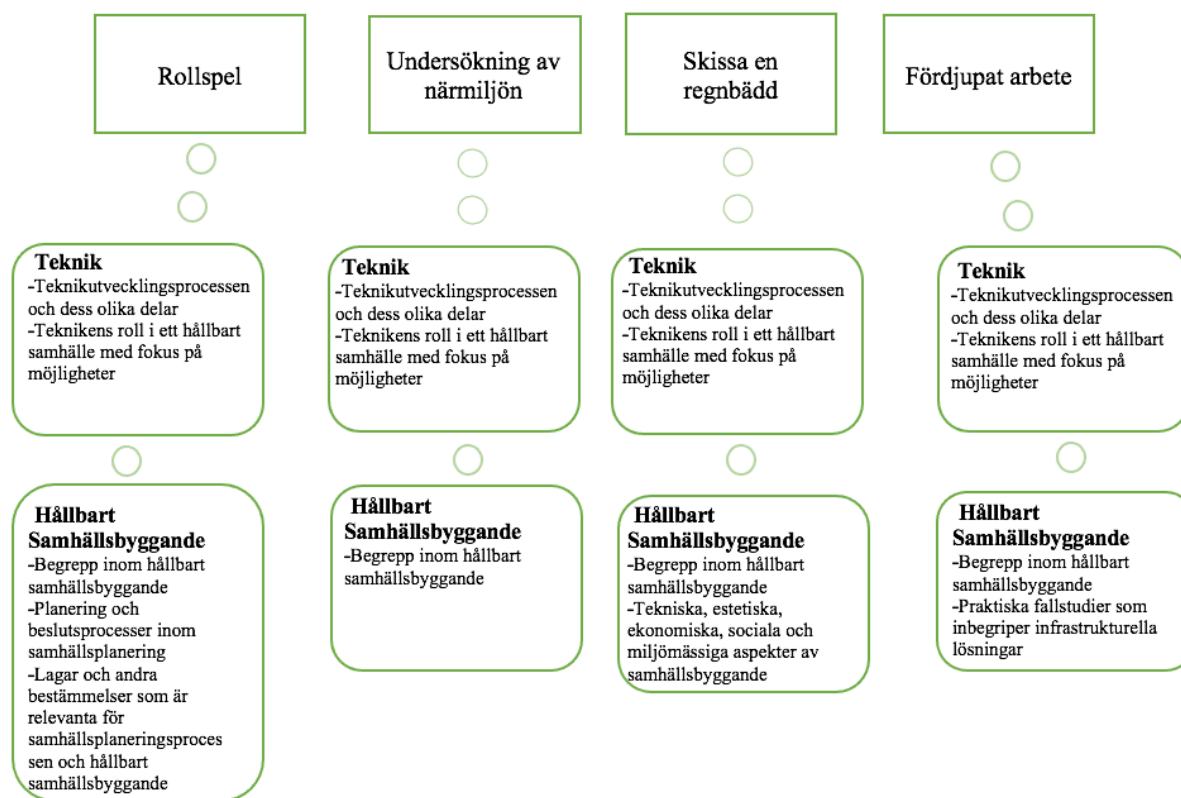
I denna aktivitet skapar eleverna en skiss av en regnbädd som ska fungera som en åtgärd i ett identifierat område i skolans närmiljö som har problem med översvämningar. Eleverna ritar en skiss och tar hänsyn till stadslandskapet och områdets specifika förhållanden, de ska utföra mätningar och ta hänsyn till vattnets flöde i området. Eleverna presenterar sina skisser inför klassen. Syftet är att visa ett verklighetsnära arbetssätt som utförs av kommunen eller externa aktörer i arbetet för en hållbar stadsutveckling.

Fördjupat arbetet

Eleverna ska undersöka och sammanställa information om åtgärder för att hantera översvämningar i urbana miljöer, antingen genom att besöka eller välja ett projekt att fördjupa sig inom som är relaterat till detta. Eleverna kan exempelvis undersöka sin egen kommuns klimatanpassningsstrategier. De kan också intervjua relevanta yrkespersoner om detta och ta hänsyn till tekniska, ekonomiska, sociala och ekologiska aspekter. Exempel på projekt att fördjupa sig inom kan vara *Ängelholms strategi mot erosion i Skälderviken*, *Stockholms hantering av dagvatten i Norra Djurgårdsstaden*, eller globala projekt som *Venedigs MOSE-barriärer* och *Shanghais Sponge Cities*.

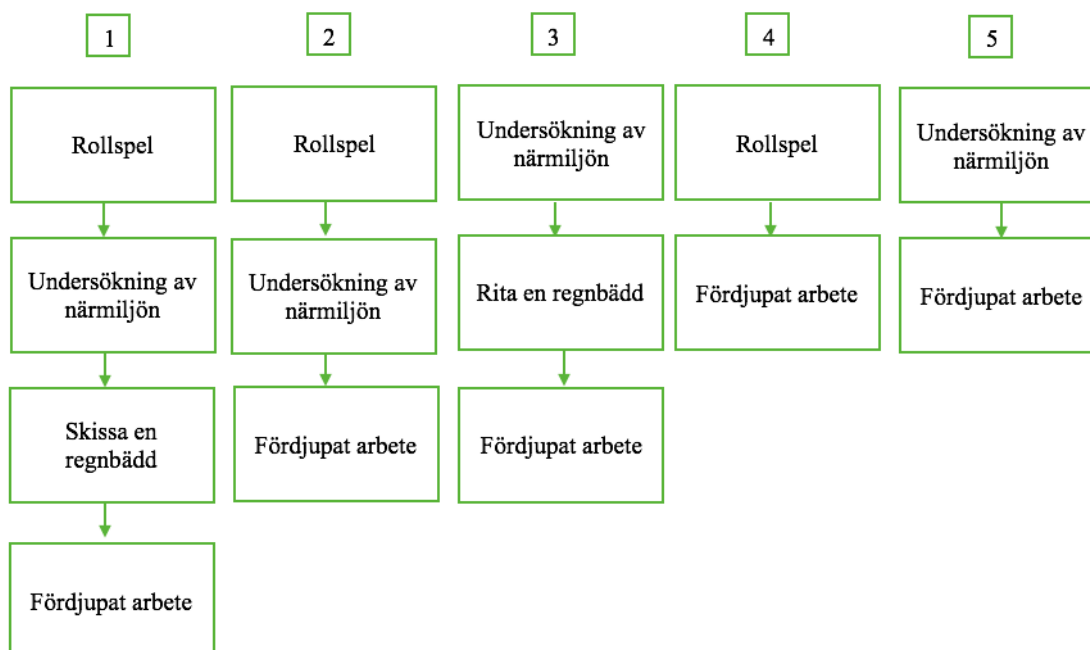
Figur 2

Aktiviteternas koppling till ämnesplanens centrala innehåll



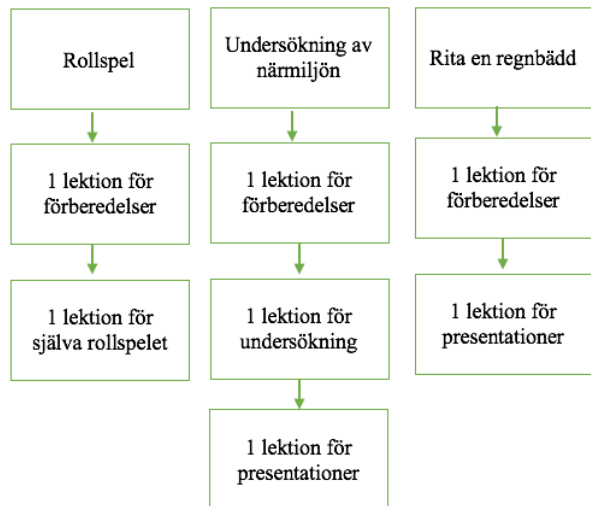
Figur 3

Fem förslag på genomförande av aktiviteterna



Figur 4

Uppskattad tidsåtgång för aktiviteterna



2. Teoretiska perspektiv: Att skapa en lärarhandledning

Här presenteras de teoretiska perspektiv som har varit vägledande vid skapandet av lärarhandledningen. Dessa följer de forskningsbaserade principer och teorier (Davis & Krajcik, 2005; Ball & Cohen, 1996; Van Steenbrugge & Ryve, 2018) som presenteras i boken *Lärare lär av läromedel* av Daniel Brehmer (2023). Principerna nedan fungerar som vägledning, och endast vissa aspekter kommer att beaktas, eftersom alla aspekter inte är av vikt i just denna handledning.

Enligt Brehmer (2023) ska en lärarhandledning vara ett hjälpmedel för läraren att undervisa inom det bestämda området och beskrivs på följande sätt: Handledningen kan innehålla evidensbaserade lärarstrategier, förklaringar av relevanta begrepp och teorier samt deras samverkan. Dessutom kan handledningen tydliggöra styrkor och svagheter med de olika uppläggen för att underlätta och möjliggöra anpassade metodval för varje klass. Lärarhandledningar bör inte ses som en presentation av regler, utan snarare som en vägledning för hur undervisningen kan utformas. Brehmer (2023) presenterar tre grundprinciper som kan användas i designen av lärarhandledningar, vilka är: *ämneskunskap*, *elevkunskap* och *undervisningskunskap*, som presenteras nedan.

Ämneskunskap: Förstå undervisningsmaterialet

I denna del kan det vara passande att introducera undervisningsområdet med en inledande text med vad som kommer att belysas i lärarhandledningen. Syftet med inledningen är att tillhandahålla en översikt med relevanta begrepp, teorier och innehåll. Utifrån detta kan läraren avgöra om handledningen är relevant och tillämpbar i undervisningen. Ytterligare ska beskrivningar av relevanta begrepp och teorier tillhandahållas som syftar till att skapa förståelse för det kommande förslaget på lektionsupplägg och dess innehåll. Här kan det vara relevant att presentera olika förklaringsmodeller och visualiseringar. Grundtanken är att förklara innehåll på ett sätt som alla elever kan förstå (Brehmer, 2023).

Elevkunskap: Förstå och förutse elevers tänkande

Under denna princip ska elevorienterat innehåll inkluderas. Forskning om de svårigheter elever kan möta i aktiviteten ska inkluderas, handledningen ska dessutom synliggöra vilka strategier elever kan använda sig av i lärandet. Med fokus på både lämpliga och olämpliga strategier. Detta gör att läraren kan förbereda sig på bemötandet av olika elevstrategier. Här kan det också vara relevant att presentera olika tips för läraren om hur elever i behov av extra stöd kan bemötas, samt tips på hur elever som behöver utmaningar kan stödjas (Brehmer, 2023).

Undervisningskunskap: Förstå aktiviteter, strategier och syfte

I handledningen ska undervisningsmodeller tillhandahållas, där beskrivningar ska ges om hur aktiviteten ska utföras, dess koppling till syfte och mål, och centrala innehåll. Detta ska skapa förståelse för läraren hur utförandet av aktiviteten ska gå till. Här är det bra att inkludera aspekter som kan påverka undervisningen såsom tidsåtgång (Brehmer, 2023).

3. Lärarhandledningens tänkta progression

Som tidigare nämnts bygger handledningens upplägg på resultat och slutsatser från en genomförd litteraturoversikt som presenteras i en undersökande del av examensarbetet. Syftet var att hitta aktiviteter som kan engagera gymnasieelever i teknikundervisning med fokus på hållbar utveckling. I slutsatserna som formulerades i den delen understryks vikten av att engagemang kan stimuleras genom att koppla undervisning till autentiska arbetssätt, verkliga miljöer, samarbete med yrkesverksamma, samt fokusera på problemlösning och praktiskt skapande, utifrån rollspel, undersökning av närmiljön eller praktiskt byggande. I handledningen föreslås aktiviteter med en tänkt progression som tar eleverna från teoretiska och realistiska scenarier till praktisk skapande inom temat.

I denna serie aktiviteter utvecklas elevernas förståelse för hanteringen av översvämningar och hållbar stadsutveckling genom en tydlig progression, som sträcker sig från teoretisk insikt till praktisk tillämpning och fördjupat arbete. Den första aktiviteten, rollspelet, simulerar ett autentiskt scenario och arbetssätt som kommunen utför för att uppdatera en översiktsplan. I denna aktivitet introduceras eleverna till de olika aktörernas roller inom stadsutveckling och översvämningshantering. Här får de en förståelse för hur kommunpolitiker, experter och lokalinvånare har olika perspektiv och ansvarsområden i utvecklingen av en översiktsplan för staden, en plan som är central för hållbar stadsutveckling. Eleverna ges möjlighet att engagera sig i komplexa diskussioner om lösningar för att mildra översvämningar, vilket hjälper dem att förstå både de tekniska och sociala aspekterna av hållbar stadsutveckling.

Efter att ha fått en översiktlig förståelse för aktörernas roller i stadsplanering och översvämningshantering, får eleverna möjlighet att tillämpa sina kunskaper genom en fältstudie. I den här aktiviteten undersöker de skolans närmiljö för att analysera hur dagvatten hanteras och identifiera områden som är särskilt utsatta för översvämningar. Genom att arbeta med den lokala miljön får eleverna en konkret förståelse för de utmaningar som finns i deras närhet och eleverna tillämpar sina tidigare kunskaper om översvämningshantering och får möjlighet att göra egna observationer och analyser som ligger till grund för de lösningar som de ska föreslå.

Med en förståelse för de praktiska förhållandena i närmiljön är det dags för eleverna att börja arbeta med konkreta lösningar. I denna aktivitet designar de en regnbädd som en åtgärd för att hantera översvämningar i ett identifierat område i sin närmiljö. Här får eleverna möjlighet att tillämpa sina tekniska och kreativa färdigheter genom att rita skisser och tänka på hur lösningarna kan integreras i det befintliga stadslandskapet. Genom att ta hänsyn till områdets specifika förhållanden, såsom vattenflöde och närliggande byggnader, får eleverna en praktisk förståelse för hur hållbara lösningar skapas i stadslandskapet. Denna aktivitet ger eleverna möjlighet att konkretisera sina idéer för att förbättra hanteringen av översvämningar i sin egen miljö och utför ett autentiskt arbetssätt för att integrera hållbara lösningar i stadslandskapet.

Den sista aktiviteten innebär en fördjupning av elevernas förståelse genom att undersöka lösningar för översvämningshantering, både på lokal och global nivå. Eleverna undersöker olika projekt och strategier som implementerats för att hantera översvämnningar, som exempelvis *Stockholms hantering av dagvatten i Norra Djurgårdsstaden* eller globala projekt som *Venedigs MOSE-barriärer* och *Shanghais Sponge Cities*. Här får eleverna möjlighet att analysera tekniska, ekonomiska, sociala och ekologiska aspekter av översvämningshantering. Denna aktivitet fördjupar deras förståelse för hur storskaliga lösningar fungerar och integreras i stadslandskapet både nationellt och internationellt.

4. Mål 6 och 11

Mål 6: Rent vatten och sanitet för alla syftar till att säkerställa tillgången till rent vatten och sanitet för alla. Detta ska uppnås genom att bland annat förbättra vattenkvaliteten genom att minska utsläppen av föroreningar i vattendrag, öka cirkulära vattensystem, främja en integrerad förvaltning av vattenresurser, skydda vattenrelaterade ekosystem och stödja lokalsamhällenas deltagande i vattenhantering (FN, 2023a). Men för att möta de utmaningar som klimatförändringarna medför, såsom översvämningar och torka, krävs förebyggande åtgärder (Carlsen & Gill, 2021). Vid översvämningar kan avloppssystem överbelastas och läcka ut förorenat vatten som innehåller olika smittämnen. Föroreningar från marken, såsom näringsämnen och tungmetaller från exempelvis jordbruk kan också frigöras vid översvämningar och kontaminera dricksvattnet (Naturvårdsverket, 2023). Detta kopplar direkt till **mål 11: Hållbara städer och samhällen**, som handlar om att göra städer och samhällen hållbara, motståndskraftiga och säkra. Genom att främja en inkluderande och hållbar urbanisering, integrera hållbar stadsplanering, öka tillgången till grönområden och anpassa städerna till klimatförändringarna kan vi säkerställa att alla kan bo tryggt och hållbart (FN, 2023b).

5. Urbanisering och vattensystem

Enligt Nationalencyklopedin (u.å.) är urbanisering en process där befolkningen i städer växer, ofta genom att människor flyttar från landsbygden till tätorter. Genom att flytta till städer söker människor ofta bättre arbets- och utbildningsmöjligheter (Nationalencyklopedin, u.å.). Urbaniseringen har haft olika effekter. En ökad befolkningsmängd har lett till en förändrad markanvändning, där hårda ytor har ersatt grön mark, samt större mängder avfall, vilket påverkar vattenkvaliteten när föroreningarna från dessa aktiviteter når vattendragen (Naturvårdsverket, 2023). Urbaniseringen medför ytterligare utmaningar som måste hanteras, särskilt med tanke på de översvämningar som klimatförändringarna förväntas förvärra i framtiden (IPCC, 2022). När dagvatten (regn- och smältvatten) inte kan infiltreras i marken på grund av hårda ytor (asfalt, betong) eller en överbelastning av dagvattensystemen (gatubrunnar och diken som i sin tur transporterar dagvattnet till vattendrag (recipienter)) samlas vattnet på ytan, vilket orsakar översvämningar i staden. Detta kan överbelasta avloppssystem av spillvatten (vatten från toaletter, duschar, industrier etc.) och reningsverk vilket kan resultera i utsläpp av orenat vatten (bräddning) (Klimatanpassning, 2023). Utsläpp av orenat vatten kan orsaka kontaminering av grundvattnet, som i sin tur förorenar dricksvattnet (Naturvårdsverket, 2023).

Översvämningar kan bidra till erosion, ras och skred (MSB, 2019). Erosion innebär att material nöts bort från jordens yta, medan ras och skred innebär plötsliga rörelser av jord eller bergmaterial nedför sluttningar (MSB, 2019). Detta kan påverka infrastrukturen såsom transportsystem (vägar, järnväg). Översvämningar kan också påverka IT (telekommunikation)- och energisystem (försörjning av el) (Naturvårdsverket, 2023). För att hantera dessa utmaningar och de konsekvenser som klimatförändringarna medför har städer börjat med implementeringen av klimatanpassade strategier. Både på en nationell och en europeisk nivå finns klimatanpassade strategier för att göra städer mer motståndskraftiga mot klimatpåverkan till år 2050 (Europeiska Kommissionen, 2021; Regeringen, 2018). En viktig del av detta arbete är att skapa hållbara samhällen vilket kan innefatta förbättringar av den traditionella ”gråa” infrastrukturen (t.ex. dagvattensystem och avloppssystem) och integrationen av ”grönblåa” lösningar (t.ex. naturbaserade lösningar och ekosystemtjänster) (Sweco, 2023). Åtgärder som kan införas för att förhindra översvämningar och deras konsekvenser kan variera beroende på specifika förhållanden, men här är några exempel på åtgärder som kan ingå i en strategi för att hantera översvämningar:

Gröna tak och permeabla ytor: Implementering av gröna tak och användning av permeabla (genomsläppliga) material för vägar och parkeringsplatser för att öka områdenas kapacitet att hantera vatten och minska belastningen på dagvattensystem (Boverket, 2021; Boverket, 2019).

Återställning av våtmarker: Satsar på att bevara och återställa våtmarker som agerar som en tillfällig buffert under översvämningar (Naturvårdsverket, 2024).

Regnträdgårdar: Skapar regnträdgårdar för att fånga och infiltrera dagvatten innan det når dagvattenssystemet (Chalmers, u.å.).

Förbättrad översvämningsvarning och beredskap: Implementering av tidiga varningssystem för att kunna förutse och hantera översvämningar när de inträffar (SMHI, 2024).

5.1 Tips till läraren: Material för att förstå temat

På YouTube finns flera visualiseringar som visar hur uppbyggnaden av städer påverkar motståndskraften mot översvämningar. Ett exempel är denna video från Khan Academy: https://www.youtube.com/watch?v=2C7F_2OpRT8

Dessa länkar som presenteras nedan ger tydligt underlag för att förstå hur översvämningar påverkar städernas infrastrukturer och vilka åtgärder som kan implementeras för att göra städer mer motståndskraftiga mot översvämningar:

Naturvårdsverkets *Konsekvenser för Teknisk Infrastruktur*:

<https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/klimatforandringar/klimatet-i-framtiden/effekter-i-sverige/konsekvenser-for-teknisk-infrastruktur/>

Trafikverkets *Höga flöden - Så påverkar det infrastrukturen*: <https://www.trafikverket.se/om-oss/skydda-klimat-miljo-och-halsa-i-vart-arbete/hoga-floden--sa-paverkar-det-infrastrukturen/>

Klimatanpassningens *Översvämning*, som berättar kort om dess påverkan på sjöar, hav och städer: <https://www.klimatanpassning.se/hur-klimatet-forandras/klimat-effekter/oversvamning-1.21324>

National Geographics *The Many Effects of Flooding*:

<https://education.nationalgeographic.org/resource/many-effects-flooding/>

Kungliga Ingenjörssakademins (IVA) *Rapport: Hållbar Vattenförsörjning* som kartlägger klimatförändringarnas påverkan på vattenförsörjningen och synliggör tekniska åtgärder:

<https://www.iva.se/publicerat/rapport-hallbar-vattenforsorjning-i-urbana-miljoer/>

Greenblue Urban *Why Green and Blue?* beskriver begreppen gröna och blåa infrastrukturer på ett enkelt sätt och förklarar dess vikt i samhällsplanering: <https://greenblue.com/gb/about-us/why-green-and-blue/>

Sveriges lantbruksuniversitet (SLU) *Vattnet svämmar över- Vad händer?* som synliggör översvämningarnas effekter på bland annat vattenkvaliteten:

<https://www.slu.se/forskning/kunskapsbank/a2023/vattnet-svammar-over---vad-hander2/>

Naturvårdsverkets *Så hänger biologisk mångfalds och klimatet ihop* pratar om vikten av naturbaserade lösningar när det gäller hanteringen av översvämningar, exempelvis restaurering av våtmarker: <https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/biologisk-mangfald/biologisk-mangfald-och-klimat/>

Naturvårdsverket *Naturbaserade lösningar* som beskriver vad begreppet är, ytterligare finns en kort video som presenteras dess vikt och förslag på vad begreppet är: <https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/klimatanpassning/naturbaserade-losningar/>

Boverkets *Gröna väggar* som är en åtgärd som kan implementeras för att hantera en ökad vattenmängd i städer: <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/teman/ekosystemtjanster/praktiken/grona/vaggar/>

Boverkets *Gröna tak* Som är en åtgärd som kan implementeras för en ökad vattenmängd i städer: <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/teman/ekosystemtjanster/praktiken/grona/grona-tak/>

MundoGeo *7 technologies to assist in the recovery and prevention of areas affected by floods*: <https://mundogeo.com/en/2024/06/05/7-technologies-to-assist-in-the-recovery-and-prevention-of-areas-affected-by-floods/>

SMHI:s *SMHI drönarflyger för bättre översvämningsvarningar* som presenter ny teknik för att varna för översvämningar: <https://www.smhi.se/nyhetsarkiv/smhi-dronarflyger-for-battre-oversvamningsvarningar-1.210438>

6. Rollspel om att utveckla Stockholms översiktsplan för att bättre hantera översvämningar

Här presenteras aktiviteten *Rollspel om att utveckla Stockholms översiktsplan för att bättre hantera översvämningar*. Här ges även viktig information om vad en översiktsplan är och olika strategier synliggörs för hanteringen av dagvatten, som är användbar under aktivitetens gång. Vidare redogörs för rollspelets genomförande, med tips på elevmaterial och lärarens roll under aktiviteten.

6.1 Viktig information inför aktiviteten

En översiktsplan är ett lagstadgat och vägledande ramverk som respektive kommun ska skapa och använda för att synliggöra vilka strategier som kan etableras för att stimulera en hållbar utveckling inom kommunen (Boverket, 2024a). I en översiktsplan kan bland annat strategier för att mildra eller förhindra översvämningar inkluderas (Boverket, 2024b). Det är viktigt att en översiktsplan är begriplig då olika aktörer använder planen som underlag för framtida arbeten. Exempelvis för aktörer i samhällsbyggandet inom näringslivet som jobbar med att uppfylla visionen om ett hållbart samhälle (Boverket, 2024a). Översiktsplanen ska ständigt uppdateras för att vara i linje med den snabba samhällsutvecklingen (Boverket, 2024b). Översiktsplanen upprättas utifrån både invånarnas behov och intressen samt med bidrag från experter, vilket gör att planen blir pålitlig och grundad på relevant kunskap (Boverket, 2024a). Enligt plan- och bygglagen (2010:900), 3 kap. 5 §, ska den ”ta hänsyn till kommunens syn på risken för skador på den byggda miljön som kan följa av översvämningar, ras, skred och erosion som är relaterade till klimatförändringar, samt på hur sådana risker kan minskas eller åtgärdas.” (Boverket, 2024a).

Här finns information om hur kommunerna styrs:

Sveriges Kommuner och Regioner (SKR) förklarar hur kommunerna styrs:

<https://skr.se/skr/demokratiledningstyrning/styraleda/kommunaltsjolvstyre/sastyrskommunen.735.html>

SKR förklarar vad en medborgardialog är och hur en sådan går till:

<https://skr.se/skr/demokratiledningstyrning/medborgardialogsamverkan/medborgardialog.372.html>

Tips på material som synliggör vad en översiktsplan är:

Boverket beskriver vad en översiktsplan är, dess funktion och nytta:

<https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/planering/oversiktsplan/oversiktsplanen/>

Uppsalas kommun beskriver vad en översiktsplan är och har en video som visar Uppsalas översiktsplan och varför den är viktig:

<https://www.uppsala.se/bygga-och-bo/samhallsbyggnad-och-planering/samhallsbyggnad-och-arkitektur/oversiktsplanering/>

Stockholms översiktsplan:

<https://vaxer.stockholm/tema/oversiktsplan-for-stockholm/>
<https://vaxer.stockholm/siteassets/stockholm-vaxer/tema/oversiktsplan-for-stockholm/oversiktsplan-for-stockholms-stad-godkannandehandling-2020-10-03.pdf>

Plan och bygglagen (PBL), där kapitel 3, paragraferna 1–3, samt paragraf 5 punkt 4 är av särskild vikt.

https://www.riksdagen.se/sv/dokument-och-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/plan-och-bygglag-2010900_sfs-2010-900/#K3

Tips på material om olika aktörer som kan samarbeta vid processen för att ta fram strategier för att motverka översvämningar:

Klimatanpassning ger vägledning om processen:

<https://www.klimatanpassning.se/klimatanpassa/vagledning-for-klimatanpassning>

Boverket ger vägledning om processen:

<https://www.boverket.se/sv/samhallsplanering/uppdrag/klimatanpassningsarbete-for-den-byggda-miljon/resultat-i-uppdraget/myndighetsstod-stigande-hav-oversvamning>

Visualiserar samhällsbyggnadsprocessen och visar översiktsplanens roll i stadsutveckling, från Lantmäteriet Sverige:

<https://www.youtube.com/watch?v=1KDhcSCzObs>

6.2 Rollspel och elevmaterial

Syftet med rollspelet är att ge eleverna en förståelse för vilka åtgärder som kan vidtas för att förhindra eller mildra översvämningar, och att belysa hur olika roller samverkar för att integrera en hållbar stadsutveckling i kommunen. I rollspelet får eleverna anta olika roller som experter, kommunala politiker och lokalbefolkning, och bidra med sina perspektiv och förslag till översiktsplanen för Stockholm. Genom att delta i detta simulerade scenario får eleverna en inblick i hur aktörer som experter, politiker och lokala invånare samarbetar och påverkar beslutsprocesser som rör stadsutveckling och hantering av översvämningar.

Simuleringar av ett ökat skyfall har identifierat ett område i Stockholms innerstad som är särskilt känsligt för översvämningar (se figur 1-4 i denna rapport: *SKYFALLSUTREDNING – HUMLEGÅRDEN, BIRGER JARLSGATAN OCH BERZELII PARK* av Thurin (2020).

https://miljobarometern.stockholm.se/content/docs/tema/klimat/skyfall/Clarity/WSP-PM-resultat-skyfallsmodellering-och-%C3%A5tg%C3%A4rdsanalys-Clarity_2020.pdf

Eleverna i sina roller som experter ska föreslå åtgärder som kan implementeras i det utsatta området. De får söka relevant information via digitala verktyg (t.ex. datorer) och sökmotorer (t.ex. Google) för att **undersöka lösningar**, både inom Sverige och internationellt. Eleverna får fritt studera de åtgärder som har implementerats eller föreslagits för att hantera översvämningar i urbana miljöer. Eleverna i sina roller som kommunalpolitiker får söka

information om ansvarsområden, vad Plan- och bygglagen (PBL) säger, vad en översiktsplan är och vad som är rimligt att inkludera i en sådan. Eleverna i sina roller som lokalbefolkning, dvs. personer som bor inom det utsatta området, får läsa in sig på områdets specifika förhållanden och identifiera vilka konsekvenser översvämningar kan ha för dem och deras vardag. De ska fundera på om de fortfarande har tillgång till butiker, livsmedelsbutiker, sjukhus och sina bostäder vid en översvämning, och hur deras liv kan påverkas.

Eleverna får ett gemensamt **scenario** där experter och lokala invånare är inbjudna till ett möte med kommunens politiker. Under mötet ska experterna förslå olika idéer som kan inkluderas i översiktsplanens strategi för att motverka översvämningar. Experterna kan visa på de angivna figurerna hur lösningarna kan integreras i stadslandskapet och hur åtgärderna är tänkta att lösa problemet. Politikerna ska ta hänsyn till Plan- och bygglagen (PBL) samt vilka effekter åtgärderna skulle ha på stadsutvecklingen utifrån sociala perspektiv. Lokala invånare ska delge sina synpunkter på de föreslagna åtgärderna och även ge information om de redan har känt av några konsekvenser av översvämningar.

Efter att experterna har kommit med förslag på åtgärder, ska eleverna i samråd inom sina respektive roller, komma fram till en rimlig strategi för att skapa en hållbar och effektiv hantering av översvämningar för området.

Exempel på uppdrag/scenario och material till eleverna: Stockholm står inför ökade risker för översvämningar till följd av förändrade nederbördsmönster på grund av klimatförändringar. Genom simuleringar har ett område i Stockholms innerstad identifierats som särskilt sårbart för översvämningar (se figur 1-4). Som en del av stadens översiktsplan behöver åtgärder föreslås för att hantera dessa risker och skydda både människor och infrastruktur. För att utveckla en effektiv och långsiktig strategi har politiker i Stockholm kallat in experter och lokala invånare till ett möte. Målet är att tillsammans arbeta fram en strategi för att minska översvämningsriskerna i det utsatta området, och skicka till kommunfullmäktige för vidare bedömning.

Ni kommer att spela en roll i en simulerad kommunal process där experter, politiker och lokala invånare arbetar tillsammans för att utveckla en strategi för att motverka översvämningar i det utsatta området. Ni ska tillsammans skapa en hållbar och effektiv åtgärdsplan för att hantera översvämningsriskerna i det utsatta området. Det innebär att ni måste beakta både tekniska lösningar, samhällsekonomiska faktorer och sociala konsekvenser för lokalbefolkningen.

Steg 1: Förberedelse

Innan ni börjar utveckla en strategi ska ni i era respektive roller läsa in er på relevant information och förstå de olika perspektiven.

- **Experterna:** Undersök olika lösningar för att hantera översvämningar, till exempel tekniker som vattenbarriärer för att leda bort och styra vattenflöden till områden som kan magasinera vatten tillfälligt, som grönområden. Andra möjliga lösningar inkluderar

gröna tak och väggar som absorberar regnvatten på plats och därmed minskar belastningen på dagvattenssystemen (vatten- och avloppsledningar som riskerar att överbelastas vid kraftiga regn och orsaka översvämningar). En annan viktig åtgärd är att integrera permeabla ytor, material som tillåter vatten att infiltrera marken mer effektivt än hårda ytor som asfalt, som i sin tur orsakar översvämningar. Sök både internationellt och nationellt för att hämta inspiration och hitta fler lösningar som kan integreras i Stockholms översiktsplan för hantering av översvämningar.

- **Politikerna:** Läs om kommunens ansvarsområden, de regler och riktlinjer som styr översiktsplanen (Plan- och bygglagen kap 3 paragraf 1-3 och 5 punkt 4). Förstå funktionen av en översiktsplan och läs vad som står i Stockholms översiktsplan om hanteringen av översvämningar.
- **Invånarna:** Läs om området som är utsatt för översvämningar. Identifiera vilka konsekvenser en översvämning kan ha för invånarna, exempelvis tillgång till butiker, sjukvård, kollektivtrafik och bostäder. Fundera på vilka åtgärder ni tycker är viktiga för att skydda samhället och hur dessa skulle påverka er dagliga livsstil.

Steg 2: Rollspel

Efter att ha förberett er i era roller, ska ni delta i ett möte där ni tillsammans ska utveckla en strategi för att motverka översvämningar i det utsatta området.

- **Experterna** förslår sina idéer om tekniska lösningar och förklarar hur dessa kan implementeras i området.
- **Politikerna** ansvarar för att väga fördelarna med de tekniska lösningarna mot lagen, och de långsiktiga effekterna på samhället.
- **Invånarna** ger sina synpunkter på hur de föreslagna åtgärderna skulle påverka vardagen och om det finns några specifika behov eller bekymmer som måste tas hänsyn till.

Tänk på att ni måste vara realistiska i era förslag, och att alla aktörer ska komma till tals och delta i framtagandet av en gemensam strategi som både är effektiv och genomförbar för att hantera översvämningen. Denna ska sedan skickas till kommunfullmäktige för vidare bedömning.

6.3 Tips på lärarens roll

Läraren ska ge en tydlig översikt av uppdraget och förklara målen för rollspelet som är att simulera ett verkligt arbetssätt för att uppdatera en översiktsplan i Stockholm. Läraren delar ut roller, exempelvis kan rollerna fördelas jämnt i klassen, ger ut scenariot och skriver ut bilder på figur 1-4 i rapporten för att dela ut till eleverna. Läraren kan förklara figurerna, all information står i rapporten.

Rapport *SKYFALLSUTREDNING – HUMLEGÅRDEN, BIRGER JARLSGATAN OCH BERZELII PARK* av Thurin (2020):

https://miljobarometern.stockholm.se/content/docs/tema/klimat/skyfall/Clarity/WSP-PM-resultat-skyfallsmodellering-och-%C3%A5tg%C3%A4rdsanalys-Clarity_2020.pdf

Exempel på klipp som läraren kan visa från Youtube:

Här finns 4 filmer som redogör vad en översiktsplan är, vilka som är ansvariga och varför en sådan är viktig: <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/planering/oversiktsplan/oversiktsplanen/>

Här finns en visualisering på samhällsbyggnadsprocessen och synliggör översiktsplanens roll i stadsutveckling: <https://www.youtube.com/watch?v=1KDhcSCzObs>

Här är en video som synliggör VA-systemets utveckling över tid i London, samt synliggör lösningar runt om i världen som har implementerats för att förhindra översvämningar: https://www.youtube.com/watch?v=coXe8_xnAOs&t=1153s

Här beskrivs och exemplifieras grön infrastruktur: <https://www.youtube.com/watch?v=yRUTrsy-7PY>

Här synliggörs några strategier i olika städer i USA och Europa som implementeras för att hantera översvämningar (från minut: 0-12): <https://www.youtube.com/watch?v=0uuJ3bROjIA>

Tips på roller: *Experter* som ger förslag på åtgärder, *kommunpolitiker* som tar hänsyn till lagar (PBL) och socioekonomiska aspekter av lösningarna, *invånarna* som får delge information om åtgärdernas påverkan på deras vardagliga liv.

Exempel på lösningar som eleverna kan föreslå: genomsläppliga trottoarer, regnbäddar, gröna tak och väggar, barriärer, system för att återvinna vatten, vattenreservoarer etc.

Tips på lärarens roll under rollspelet: Under själva rollspelet är läraren en neutral vägledare som håller diskussionerna på rätt spår. Läraren säkerställer att alla roller får möjlighet att framföra sina bidrag. Elever som är experter kan börja med att presentera sina förslag och exempelvis visa på figurerna i rapporten hur lösningarna är tänkta att utformas och hur de kan hjälpa till att lösa problemet. Därefter kan politiker och de lokala invånarna komma med synpunkter. Läraren kan skriva upp de tekniska förslagen på tavlan, och stryka dem som väljs bort. Eleverna ska alltså föreslå sina idéer/lösningar, politikerna ska ta hänsyn till om lösningarna är genomförbara utifrån lagar och sociala perspektiv, invånarna inkluderar perspektiv om lösningarnas påverkan på deras vardagliga liv. Om det uppstår problem eller konflikter mellan aktörerna kan läraren hjälpa till att hantera dessa på ett konstruktivt sätt. För att hålla diskussionen igång och uppmuntra kritiskt tänkande kan läraren ställa öppna och vägledande frågor, t.ex.: *Hur kan vi balansera de tekniska lösningarna med de sociala konsekvenserna? Vilka lösningar är mest realistiska?*

Tips på avslutande diskussioner och reflektioner: Läraren kan öppna upp för en diskussion om hur det arbete som eleverna genomfört under rollspelet kan tillämpas i verkligheten, översiktsplanen skapas kommunalt med hjälp av invånarnas och experters perspektiv, rollspelet är dock en förenklad process. Läraren kan visa ”facit” på lösningarna från rapporten genom att visa figur 8-10, och beskriva dem, all information finns i rapporten av Thurin (2020). Det är lagstadgat att alla kommuner ska ha en översiktsplan, och utgör grunder för andra aktörer som bidrar till kommunens uppbyggnad. Alla projekt gällande samhällsbyggnad i kommunen ska vara förankrade i översiktsplanen. Eleverna kan fundera på vilka aktörer i deras kommun som kan använda översiktsplanen som grund för sitt arbete när det gäller byggnationer i samhället. Exempel på sådana aktörer kan vara stadsplanerare och byggentreprenörer. Avslutningsvis kan läraren påminna om att även om rollspelet förenklar processen, är det en nyttig övning för att förstå komplexiteten och de olika stegen i planeringsarbetet. Det ger också en inblick i hur olika aktörer samarbetar för att skapa hållbara lösningar i samhället.

Vidareutveckling: Eleverna kan läsa sin egen kommuns översiktsplan och reflektera över vilka åtgärder som synliggörs för att hantera översvämningar eller andra klimatrisker. De kan reflektera över om strategin är tillräcklig för att hantera problem med översvämningar. Eleverna kan ta kontakt med politiker för att ställa frågor om denna process och få svar på hur verklighetsnära rollspelet var.

Tips på planering av tid: Eleverna kan få en lektion på sig att förbereda sig och läsa om respektive roll, och i nästa lektion kan rollspelet genomföras, följt av den avslutande delen.

7. Undersökning av närmiljön

Här presenteras aktiviteten *Undersökning av närmiljön*. Här presenteras dessutom viktig information som är användbar under aktivitetens gång, aktivitetens genomförande med tips på elevmaterial och lärarens roll under aktiviteten.

7.1 Viktig information inför aktiviteten

Här beskrivs olika begrepp relaterade till dagvatten och olika dagvattenlösningar:

https://www.lansstyrelsen.se/download/18.26f506e0167c605d569477d5/1551710360972/PM_dagvatten.pdf

Exempel från Uppsala, strategi för att hantera större mängder dagvatten:

<https://www.youtube.com/watch?v=ygvQb0EHddM>

7.2 Aktivitet, elevmaterial och lärarens roll

Aktiviteten **syftar** till att synliggöra ett verklighetsnära arbetssätt som utförs av kommunen för att integrera dagvattenlösningar. Eleverna ska också få kunskaper om vilka lösningar som kan implementeras för att hantera dagvatten.

Aktiviteten börjar med att visa detta samtal om dagvatten, som organiserats av byggföretaget JM, som finns på Youtube: <https://www.youtube.com/watch?v=1flfGushyCY>

I denna aktivitet får eleverna ett **uppdrag** som innebär att genomföra en fältstudie i skolans närmiljö för att undersöka och analysera hur dagvatten hanteras i den urbana miljön, samt komma med förslag på lösningar för områden som har problem med översvämningar. Eleverna, som arbetar i grupper om två eller tre, ska **identifiera ett område** som drabbas av översvämningar och **föreslå lösningar** för att hantera problemet. Exempel på problemområden kan vara en sträcka längs en cykelväg som svämmas över vid regn eller andra platser där regnvatten samlas, såsom lågt placerade parkeringsplatser. Eleverna ska sedan presentera sina förslag inför klassen och visa sina lösningar i relation till dokumenterade bilder och en karta (t.ex. Google Maps).

Exempel på uppdrag: Kommunens stadsplanerare har bett ett team av experter att kartlägga hur dagvatten hanteras i skolans närmiljö inför kommande byggprojekt. För att förstå vart vattnet tar vägen, ska experterna undersöka hur dagvattenhanteringen fungerar i kommunen. Information om dagvattenhantering finns på kommunens webbplats. Experterna behöver ta reda på vilka recipienter (sjöar, hav eller vattendrag) dagvattnet leds till. Är systemet kombinerat, det vill säga leds både dagvatten (regn- och smältvatten) och spillvatten (från toaletter, tvätt etc.) i samma rör till ett reningsverk? Eller är systemet separerat, där dagvattnet leds direkt till en recipient via egna rör?

Uppdraget är att identifiera ett område som drabbas av översvämningar, till exempel en vägsträcka eller andra platser som lätt svämmar över vid regn. Expertgruppen ska dokumentera och analysera problemet genom att ta bilder och göra observationer för att förstå hur vattnet rinner till problemområdet och leds bort (t.ex. genom rännor, lutningar, diken, brunnar eller infiltrering i marken), samt varför översvämningen uppstår (t.ex. på grund av blockerade dräneringssystem eller att området är sänkt i förhållande till omgivningen).

Därefter ska experterna undersöka möjliga lösningar för att hantera dagvattnet på ett effektivt sätt. Kan översvämningarna lösas genom att leda vattnet till befintliga dagvattenledningar, exempelvis genom rännor eller fler brunnar? Finns det alternativa lösningar som regnträdgårdar som absorberar vattnet på plats och minskar belastningen på dagvattensystemet? Eller bygga vägbulor som fördröjer vattnets flöde till platsen som har problem med översvämning? Eller finns det andra metoder som kan implementeras för att minska risken för översvämning?

Om VA-systemet är kombinerat, kan det vara nödvändigt att implementera lösningar på plats för att minska belastningen på reningsverk och andra delar av systemet. Om ledningarna är separerade kan det istället vara mer lämpligt att fokusera på att leda bort vattnet till närmaste dike eller brunn, som i sin tur leder vattnet till närmaste recipient.

Genom att utvärdera områdets förutsättningar ska ni välja den mest effektiva lösningen för att hantera problemet med översvämningen. Era fynd och lösningar kommer att bidra till kommunens arbete för en hållbar stadsutveckling.

Vilka problemområden kan ni identifiera? Vilka lösningar kan implementeras för att minska risken för översvämningar? Era förslag ska presenteras för kommunen (klassen) i form av exempelvis en karta som visar var lösningarna kan implementeras, samt hur denna eller dessa kan förbättra hanteringen av dagvatten.

Exempel på problem som eleverna kan identifiera: hårdgjorda ytor, såsom asfalt, betong och tak, dåliga diken och blockerade brunnar, för få brunnar där vattnet samlas, dålig lutning på marken vid byggnader.

Exempel på åtgärder som eleverna kan identifiera: Installera permeabla ytor, pumpar eller gröna lösningar (t.ex. regnbäddar eller trädgårdar intill väg eller byggnad), bättre stuprörshantering (leda bort vatten till platser som har en bättre kapacitet för hantering), leda om vattnet med hjälp av vattenbarriärer till platser som har en bättre kapacitet för hantering (t.ex. närliggande grönområde), installera vägbulor som fördröjer vattnets flöde, eller städning av blockerade diken, eller nedsänkning av mark för att kontrollera vart vattnet rinner och magasinera vattnet på en kontrollerad plats etc.

Tips på lärarens roll och avslut av aktiviteten: Läraren visar klippet i början av lektionen, och hjälper eleverna hitta information om hur dagvatten hanteras i kommunen, information finns på kommunens webbplats om dagvatten eller vatten och avlopp. Här kan läraren också visa relevanta klipp från Youtube med information om möjliga lösningar som finns länkat i

instruktionerna för rollspelet (om dessa inte visats ännu). Sedan får eleverna gå ut och undersöka närområdet på egen hand. Eleverna får efter undersökningen presentera sina observerade problemområden med förslag på lösningar. Eleverna kan visa de dokumenterade bilderna och ge förslag på åtgärder, genom exempelvis ritningar eller illustrationer på de dokumenterade bilderna. Eleverna kan dessutom visa på kartan vart lösningarna kan implementeras, och förklara hur lösningen kan minska risken för översvämning genom att tänka på vattenflöden. Läraren kan ställa öppna frågor för att få eleverna att tänka vidare: *Hur skulle dessa lösningar påverka andra aspekter av stadsplaneringen, som trafik, gröna ytor eller invånarnas livskvalitet? Finns det några målkonflikter (säkerhetsfrågor)? Är lösningarna genomförbara utifrån praktiska aspekter?* Läraren kan uppmuntra eleverna att ge förslag till varandra på ytterligare potentiella lösningar. Genom att uppmuntra eleverna att reflektera över möjliga konsekvenser och justeringar av sina förslag får de en djupare förståelse för komplexiteten i hållbar stadsutveckling. Detta är dessutom ett verklighetsnära arbetssätt för att hantera dagvatten i kommunen. Kartor över VA-systemen inom kommunen utgör ett viktigt verktyg i detta arbete, då de ger en översikt över hur vattnet leds och hanteras i olika delar av staden.

För elever som föredrar att arbeta självständigt går det att justera aktiviteten på följande sätt: Eleven genomför undersökningen själv, identifierar problemområden och föreslår möjliga åtgärder. Därefter skriver eleven en rapport som dokumenterar sina observationer, presenterar föreslagna lösningar och reflekterar över deras genomförbarhet.

Vidareutveckling av aktiviteten: Eleverna kan ta kontakt med relevant personal i pågående byggnadsprojekt och ta reda på vilka strategier de har tänkt att implementera för att hantera dagvatten. Eleverna kan ta kontakt med kommunen för att intervjua relevant personal om strategier kommunen har för att hantera översvämningar, och visa deras egna (elevernas) förslag till att hantera detta på. Eleverna kan också be kommunen om en karta över VA-systemet (vatten- och avloppssystemet) för det aktuella problemområdet, för att bättre förstå hur lösningarna kan integreras i VA-systemet.

Tips på planering av tid: Eleverna kan få en lektion på sig att förbereda sig genom att läsa om kommunens VA-system och identifiera ett område som har problem med översvämningar. På nästa lektion kan eleverna besöka platsen, genomföra sin undersökning och föreslå möjliga lösningar. Under den sista lektionen får eleverna presentera sina föreslagna åtgärder.

8. Rita en skiss av en regnbädd

Här presenteras aktiviteten *Rita en skiss av en regnbädd*. Viktig information för genomförandet presenteras, och en redogörelse för aktivitetens genomförande samt lärarens roll under aktiviteten ges.

8.1 Viktig information för aktiviteten

I denna aktivitet bör eleverna känna till begreppet regnbäddar, dess övergripande funktion och användningsområde.

Tips på material från Youtube om regnbäddar:

Visar en regnbädds funktion: <https://www.youtube.com/watch?v=dtJgK93t1xU>

Synliggör regnbäddar och dess funktion i New York:

https://www.youtube.com/watch?v=ipWTYwZ_Okg

Visar olika regnbäddar i Boston: <https://www.youtube.com/watch?v=yRUTrsy-7PY>

Visar regnbäddar och pågående forskning i Dublin:

https://www.youtube.com/watch?v=OTW_5G0-Jp4

Visar regnbäddar i Uppsala: <https://www.youtube.com/watch?v=ygvQb0EHddM>

Handbok för konstruktionen av en regnbädd: <https://tekniskhandbok.goteborg.se/12-projektering/12e-dagvatten-skyfall-och-hogvatten/12ea-dagvatten/12ea3-fordrojnings-och-reningsanlaggningar/12ea3-4-regnbadd/>

8.2 Aktivitet, elevmaterial och lärarens roll

Aktiviteten **syftar** till att skapa förståelse för regnbäddars funktion, som kan vara en del av en strategi för att hantera översvämningar inom kommunen. Aktiviteten syftar dessutom till att låta eleverna skapa en skiss av en regnbädd utifrån områdets förutsättningar, för att synliggöra ett verklighetsnära arbetssätt i stadsutveckling. Aktiviteten kan baseras på det material som eleverna skapade i aktiviteten *Undersökning av närmiljön*.

Aktiviteten börjar med att visa information om regnbäddar, där tips på detta presenteras ovan. Eleverna får ett **uppdrag** från kommunen där de ska skapa en skiss av en regnbädd för att hantera översvämningar. Eleverna ska skapa en **skiss** i en lämplig skala, av en regnbädd (antingen ovan eller under marknivå) i valfritt program i 2D, för att hantera det område som hade problem med översvämningar. Eleverna ska skapa en skiss av regnbädden och ta hänsyn till områdets förutsättningar, såsom byggnader, vägar och vattenflöden, för att avgöra var regnbädden bäst kan implementeras. De kan även reflektera över storleken på regnbädden och kan besöka området ytterligare för att göra mätningar. Eleverna ska också fundera på hur vattnet ska avledas och integreras effektivt i det befintliga VA-systemet i kommunen. Eleverna kan arbeta i samma grupper som i den föregående aktiviteten.

Exempel på uppdrag: Internationellt har implementeringen av regnbäddar i stadslandskapet visat sig vara en effektiv strategi för att hantera dagvatten i urbana miljöer. I Sverige pågår projekt med regnbäddar, bland annat i Uppsalas område Rosendal och i Stockholmsområdet Norra Djurgårdsstaden. Effektiviteten av regnbäddar i Sverige är fortfarande debatterad, och vissa stadsplanerare känner sig osäkra på deras effektivitet i det svenska klimatet, med tanke på att en stor del av året är marken frusen. Dock, för att ligga i framkant och utveckla hållbara lösningar, vill kommunen nu se skisser på hur en regnbädd kan utformas i deras stadslandskap. Genom att ta fram konkreta förslag och visualiseringar hoppas kommunen kunna utvärdera möjliga lösningar för att hantera dagvatten på ett effektivt sätt, även under de kalla månaderna. Uppdraget är att skapa 2D-skisser som tar hänsyn till det översvämmade områdets förutsättningar (som identifierades i föregående aktivitet), såsom vägar, byggnader och andra infrastrukturella element, för att se hur en eventuell regnbädd kan integreras i stadslandskapet. Regnbäddens storlek är av vikt, så att besöka området och utföra mätningar och ta bilder är eftertraktat. Ni måste avgöra i vilken skala skissen ska presenteras, eftersom regnbädden vanligtvis är stor. Den ska utformas för att effektivt absorbera regnvatten och leda bort överskottsvatten till det kommunala VA-systemet eller exempelvis ett närliggande grönområde som kan magasinera vattnet. Vattenflödet måste därför tas i beaktande. Skisserna ska därefter distribueras till relevanta aktörer för vidare bearbetning och modellering, men först redovisas för klassen. Visa bilder på vart regnbädden ska integreras i stadslandskapet och hur den hjälper till att hantera dagvattnet på ett effektivt sätt, och dess skiss.

Tips på lärarens roll och avslut av aktiviteten: Läraren kan börja med att visa klipp som förklarar regnbäddars funktion och användningsområden. Förslag på sådana klipp finns under del 9.1 i handledningen. Eleverna får sedan skapa sina skisser i det skissprogram de föredrar, och de kan återvända till området med översvämningsproblematik för att genomföra nödvändiga mätningar för att justera sina skisser, och ta bilder. Efter att eleverna har färdigställt sina skisser får de presentera sina förslag inför klassen och visa bilder på var regnbädden kan integreras i stadslandskapet. Läraren kan ställa öppna frågor för att uppmuntra reflektion kring genomförbarheten, till exempel: *Är denna lösning praktiskt genomförbar? Är den estetiskt tilltalande i stadslandskapet? Vilka faktorer kan påverka implementeringen av regnbädden?* Läraren kan också ta upp viktiga aspekter som behöver beaktas i verkligheten, till exempel: *Vem ansvarar för förvaltningen av regnbädden? Vad innebär det att förvalta en regnbädd i praktiken?* Genom att lyfta dessa frågor får eleverna en större förståelse för de praktiska och långsiktiga aspekterna av stadsplanering och dagvattenhantering.

Vidareutveckling och fördjupning: Eleverna kan modellera sina regnbäddar i 3D-program som *CAD* eller *SketchUp*. Eleverna kan också presentera sina förslag för relevant personal inom kommunen för att se om det är en rimlig lösning på problemet med översvämnningar.

Tips på planering av tid: Eleverna kan få en lektion på sig att förbereda sig genom att läsa om regnbäddars funktion och användningsområde, samt att besöka platsen för att genomföra mätningar som är viktiga för skissen och ta bilder på området. På nästa lektion kan skissen och en presentation skapas. Under den tredje och sista lektionen redovisas de olika regnbäddarnas integration i stadslandskapet.

9. Tips på fördjupat arbete

Eleverna får skriva om alternativt besöka ett projekt som relaterar till översvämningar och dess åtgärder i en urban miljö och sammanställa information i en rapport eller i annat önskat format. Alternativt kan eleverna kolla upp sin egen kommuns klimatanpassningsstrategier och göra ett arbete om det. Exempelvis genom att intervjua berörda yrkespersoner. Elevarbetet kan ta hänsyn till *tekniska, ekonomiska, sociala och ekologiska* aspekter. Nedan ges förslag på nationella och internationella projekt som behandlar städers strategier för att hantera översvämningar.

Exempel på nationella projekt:

[Ängelholm](#): Strategier för att motverka erosion i Skälderviken

[Stockholm](#): Strategier för att hantera dagvatten i Norra Djurgårdsstaden

[Norrköping](#): Ett bostadsföretags strategier för att motverka översvämningar i fastigheterna

[Göta kanal](#): Tekniker för att rusta upp kanalen mot översvämningar

[Värnamo](#): Tekniker och infrastrukturarbeten som ska kvalitetssäkra dricksvattenförsörjningen

[Halmstad](#): Strategier för att rädda elen i fotbollsarenan

[Uddevalla](#): Skredsäkring längs Bäveån

[Getinge](#): Restaurering av våtmark och högre vallar för att skydda mot översvämningar i Suseån

[Tyresö](#): Implementeringen av regnbäddar

Exempel på globala projekt:

[Venedig](#): MOSE-barriärerna som skyddar staden mot översvämningar

[Shanghai](#) och [Chongqing](#): *Sponge Cities* som ska göra städer mera motståndskraftiga mot översvämningar.

[Köpenhamn](#): Bygget av underjordiska tunnlar för att hantera översvämningar

[Tokyo](#): Bygget av underjordiska tunnlar för att hantera översvämningar

10. Referenser

Abdurrahman, A., Maulina, H., Nurulsari, N., Sukamto, I., Umam, A. N., & Mulyana, K. M. (2023). Impacts of integrating engineering design process into STEM makerspace on renewable energy unit to foster students' system thinking skills. *Heliyon*, 9(4).

<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e15100>

Álvarez-Herrero, J.-F. (2023). Urban Itineraries with Smartphones to Promote an Improvement in Environmental Awareness among Secondary School Students. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(3).

<https://doi.org/10.3390/ijerph20032009>

Ball, D. L., & Cohen, D. K. (1996). Reform by the book: What is--or might be--the role of curriculum materials in teacher learning and instructional reform? *Educational Researcher*, 25(9), 6-8.

Baran, M., Baran, M., Karakoyun, F., & Maskan, A. (2021). The Influence of Project-Based STEM (PjBL-STEM) Applications on the Development of 21st-Century Skills. *Journal of Turkish Science Education*, 18(4), 798–815. <https://doi.org/10.36681/tused.2021.104>

Bianchi, G., Pisiotis, U., & Cabrera, M. (2022). *GreenComp: EUram för hållbarhetskompetens* [Rapport]. European Commission. <https://doi.org/10.2760/821058>

Boverket. (2024a). Översiktsplanens nytta och funktion. Hämtad 16 december 2024, från <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/planering/oversiktsplan/oversiktsplanen/>

Boverket. (2024b). Klimatrisker i översiktsplaneringen. Hämtad 16 december 2024, från <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/planering/oversiktsplan/allmanna-intressen/hansyn/miljoklimat/klimatrisker/>

Boverket. (2019). Vad kan man göra för att bevara, utveckla eller skapa ekosystemtjänster på hårdgjorda ytor?. Hämtad 12 november 2024, från https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/teman/ekosystemtjanster/platser/hardgjorda/starka_hardgjort/

Boverket. (2021). Gröna tak. Hämtad 12 november 2024, från <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/teman/ekosystemtjanster/praktiken/grona/grona-tak/>

Brehmer, D. (2023). *Lärare lär av läromedel* (Första uppl.). Studentlitteratur. ISBN: 9789144159881.

Carlsen, G., & Gill, M. (2021). SDGs, MFA and the future of sustainable development: Understanding the role of water, climate, and ecosystems in Sweden's international development cooperation (Report No. 210703a). Stockholm Environment Institute. <https://www.sei.org/wp-content/uploads/2021/07/210703a-gill-carlsen-sdgs-mfa-report-2106f.pdf>

Chalmers tekniska högskola. (u.å.). Om projektet - Rain Gardens. Hämtad 12 november 2024, från <https://www.chalmers.se/projekt/raingardens/om-projektet/>

Davis, E. A., & Krajcik, J. S. (2005). Designing educative curriculum materials to promote teacher learning. *Educational Researcher*, 34(3), 3-14. <https://doi.org/10.3102/0013189X034003>

Europeiska kommissionen. (2021). EU strategi för anpassning till klimatförändringar: Förstärkta åtgärder för att skydda människor och natur (Kommissionens meddelande, COM (2021) 82 final). Hämtad 12 november 2024, från <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/TXT/PDF/?uri=CELEX:52021DC0082&from=EN>

FN. (2023a). Mål 6: Rent vatten och sanitet. Hämtad 12 november 2024, från <https://fn.se/wp-content/uploads/2023/02/Ma%CC%8A1-6-Rent-vatten-och-sanitet.pdf>

FN. (2023b). Mål 11: Hållbara städer och samhällen. Hämtad 12 november 2024, från <https://fn.se/wp-content/uploads/2023/02/Ma%CC%8A1-11-ha%CC%8Allbara-sta%CC%88der-och-samha%CC%88llen.pdf>

Folkhälsomyndigheten. (2023). Barn och unga upplever klimatoro. Hämtad 12 november 2024, från <https://www.folkhalsomyndigheten.se/contentassets/dcc1fa16b8e54febb1b0694ca1fa7afe/barn-unga-upplever-klimatoro.pdf>

Gold, A. U., Oonk, D. J., Smith, L., Boykoff, M. T., Osnes, B., & Sullivan, S. B. (2015). Lens on Climate Change: Making Climate Meaningful Through Student-Produced Videos. *Journal of Geography*, 114(6), 235–246. <https://doi.org/10.1080/00221341.2015.1013974>

Ian, C., John, R., Suzy, U., David, G., Graham, D., Bobby, C., Aman, M., Bhamini, K. A., Rees, B., Charles, N., Heather, R., Kamaljit, S., Jeremy, R.-S., Kim, F., Joel, B., Mark, S. S., & James, G. I. (2019). Education for Sustainable Development: A Study in Adolescent Perception Changes Towards Sustainability Following a Strategic Planning-Based Intervention—The Young Persons' Plan for the Planet Program. *Sustainability*, 11(20). <https://doi.org/10.3390/su11205817>

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2022). *Climate change 2022: Impacts, adaptation, and vulnerability* (Sixth assessment report, Working Group II contribution). IPCC.

https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/report/IPCC_AR6_WGII_FullReport.pdf

Keller, J. M. (2010). *Motivational Design for Learning and Performance* (s. 46-54). London: Springer.

Klimatanpassning. (2023). Dagvatten och spillvatten. Hämtad 12 november 2024, från <https://www.klimatanpassning.se/hur-samhallet-paverkas/vatten-och-avlopp/dagvatten-och-spillvatten-1.107468>

Nationalencyklopedin. (u.å.). Urbanisering. Hämtad 12 november 2024, från <http://www-ne-se.focus.lib.kth.se/uppslagsverk/encyklopedi/lang/urbanisering>

Naturvårdsverket. (2023). Konsekvenser för teknisk infrastruktur – klimatet i framtiden. Hämtad 12 november 2024, från <https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/klimatforandringar/klimatet-i-framtiden/effekter-i-sverige/konsekvenser-for-teknisk-infrastruktur/>

Naturvårdsverket. (2024). Varför är våtmarker så viktiga?. Hämtad 12 november 2024, från <https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/vatmark/varfor-ar-vatmarker-sa-viktiga/>

Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB). (2019). *Varför inträffar skred och ras?*. Hämtad 4 december 2024, från <https://www.msb.se/sv/amnesomraden/skydd-mot-olyckor-och-farliga-amnen/naturolyckor-och-klimat/skred-ras-och-erosion/varfor-intraffar-skred-och-ras/>

Regeringen. (2018). *Nationell strategi för klimatanpassning* (Regeringens proposition 2017/18:163). Hämtad 12 november 2024, från https://www.regeringen.se/contentassets/8c1f4fe980ec4fcb8448251acde6bd08/171816300_w_ebb.pdf

Rollwagen-Bollens, G., Holmlund, T., & Wait, J. (2022). Actively participating in university-sponsored ecological research increases high school students' knowledge of and attitudes about science. *Frontiers in Environmental Science*, 9. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2021.797769>

Sampson, C., Linard, E., & Garcia-Chance, L. (2018). Life's a Beach: Using Role-Playing Scenarios to Facilitate Water Quality Studies. *The American Biology Teacher*, 80(5), 353–358.

Skolverket. (2024). Övergripande information om Gy25. Hämtad [2024-10-18] från: <https://www.skolverket.se/regler-och-ansvar/forandringar-inom-skolomradet/gy25---amnesbetyg-pa-gymnasial-niva/overgripande-information-om-gy25>

SMHI. (2024). SMHI drönarflyger för bättre översvämningsvarningar. Hämtad 12 november 2024, från <https://www.smhi.se/nyhetsarkiv/smhi-dronarflyger-for-battre-oversvamningsvarningar-1.210438>

Sweco. (2023). *Urban insight by Sweco: Resilient transport infrastructure* [White paper]. Sweco. https://www.sweco.se/wp-content/uploads/sites/3/2023/09/Urban-Insight-By-Sweco_White-paper_Resilient-transport-infrastructure.pdf

Thurin, S. (2020). *Skyfallsutredning - Humlegården, Birger Jarlsgatan och Berzelii Park: Hydraulisk modellering och åtgärdsanalys* (Uppdragsnummer 10253048). WSP Sverige AB. https://miljobarometern.stockholm.se/content/docs/tema/klimat/skyfall/Clarity/WSP-PM-resultat-skyfallsmodellering-och-%C3%A5tg%C3%A4rdsanalys-Clarity_2020.pdf

Ungdomsbarometern. (2024). Generationsrapporten 2024 [PDF]. Hämtad 31 oktober 2024, från <https://www.ungdomsbarometern.se/rapportslapp-generationsrapporten-2024/>

Van Steenbrugge, H., & Ryve, A. (2018). Developing a reform mathematics curriculum program in Sweden: Relating international research and the local context. *ZDM Mathematics Education*, 50, 801–812. <https://doi.org/10.1007/s11858-018-0972-y>

Våra Barns Klimat. (2023). Barn och unga om klimatet [PDF]. Hämtad 18 oktober 2024, från <https://varabarnsklimat.se/barn-och-unga-om-klimatet-2023-delrapport-barn-och-unga/>

Bilaga B: Artiklarna som inkluderades i den systematiska litteraturöversikten

Titel	Författare	Årtal	Typ	Tidskrift
Actively Participating in University-Sponsored Ecological Research Increases High School Students' Knowledge of and Attitudes About Science	Gretchen Rollwagen-Bollens, Tamara Holmlund & Jude Wait	2022	Tidskriftsartikel	Frontiers in Environmental Science
Education for Sustainable Development: A Study in Adolescent Perception Changes Towards Sustainability Following a Strategic Planning-Based Intervention—The Young Persons' Plan for the Planet Program	Chambers Ian, Roberts John, Urbaniak Suzy, Gibson David, Durant Graham, Cerini Bobby, Maulloo Aman, Kamudu Applasawmy Bhamini, Barrett Rees, Nelson Charles, Robson Heather, Sangha Kamaljit, Russell-Smith Jeremy, Flintoff Kim, Buchholz Joel, Stafford Smith Mark & Gordon Iain James	2019	Tidskriftsartikel	Sustainability
Impacts of integrating engineering design process into STEM makerspace on renewable energy unit to foster students' system thinking skills	Abdurrahman Abdurrahman, Hervin Maulina, Novinta Nurulsari, Ismu Sukamto, Ahmad Naufal Umam Karlina Maya Mulyana	2023	Tidskriftsartikel	Heliyon

Lens on Climate Change: Making Climate Meaningful Through Student-Produced Videos	Anne U. Gold, David J. Oonk, Lesley Smith, Maxwell T. Boykoff, Beth Osnes & Susan B. Sullivan	2015	Tidskriftsartikel	Journal of Geography
Life's a Beach: Using Role-Playing Scenarios to Facilitate Water Quality Studies	Christie Sampson, Erica Linard & Lauren Garcia-Chance	2018	Tidskriftsartikel	The American Biology Teacher
The Influence of Project-Based STEM (PjBL-STEM) Applications on the Development of 21st-Century Skills	Medine Baran, Mukadder Baran, Ferit Karakoyun & Abdulkadir Maskan	2021	Tidskriftsartikel	Journal of Turkish Science Education
Urban Itineraries with Smartphones to Promote an Improvement in Environmental Awareness among Secondary School Students	Juan-Francisco Álvarez-Herrero	2023	Tidskriftsartikel	International Journal of Environmental Research and Public Health

