



ENABLS

Education and NBS -
bending the curve for biodiversity

Docentenhandleiding NBS

2026



Funded by
the European Union

Inhoudsopgave

1. NBS Handleiding voor de lerarenopleiding	5
1.1. Inleiding.....	5
1.2. Pedagogische uitgangspunten.....	8
1.3. Doelgroep.....	12
Deel I: Basisprincipes	13
<i>Hoofdstuk I: Biodiversiteit en ecologie</i>	13
<i>Hoofdstuk II: Nature-based Solutions</i>	18
Deel II: NBS in de praktijk.....	26
<i>Hoofdstuk III: Nature-based Solutions voor klimaatverandering en biodiversiteit</i>	27
<i>Hoofdstuk IV: Voedselproductie</i>	36
<i>Hoofdstuk V: Waterbeheer</i>	45
<i>Hoofdstuk VI: Stedelijke ontwikkeling</i>	51
Conclusie	57
Verklarende Woordenlijst van Kernbegrippen	58
2. NBS Basis Module.....	60
3. NBS Gemeentelijke Ontwikkeling en Ruimtelijke Planning.....	68
Over ENABLS	75
Annex 1: Supplementary Document NBS Basics Module	76
Annex 2: Supplementary Document NBS in Practice Module	82

Lijst van afbeeldingen

Figuur 1: Voorbeeldopstelling van een activiteit met een levend micro-ecosysteem ¹⁸	16
Figuur 2: Definities van Nature-based Solutions	19
Figuur 3: Doelstellingen van Nature-based Solutions	19
Figuur 4: Voorbeeldopstelling voor het onderzoeken van de werking van Nature-based Solutions ²⁴ ..	23
Figuur 5: Veengebied vóór en na herstel	28
Figuur 6: Beheersing van invasieve uitheemse soorten	30
Figuur 7: Example of an Ecosystem Resilience Testing Activity	34
Figuur 8: Voorbeelden van niet-productieve graslandranden	37
Figuur 9: Voorbeelden van compost technieken	40
Figuur 10 Water en Bodem Experiment	64
Figuur 11: Presentatiestructuur	66
Figuur 12: Klimaatwandering voorbeeldstop	72

Lijst met tabellen

Tabel 1: Activiteitstypen- en mechanismen	7
Tabel 2: Voorbeelden van regeneratieve landbouwpraktijken	38
Tabel 3: Vergelijking van in-situ- en ex-situ-(natuur)behoud	39

Afkorting

Afkorting	Beschrijving
ENABLS	Education and Nature-Based Solutions: Bending the Curve for Biodiversity
ESCO	European Skills, Competences, Qualifications and Occupations
GreenComp	European Sustainability Competence Framework
NBS	Nature-based Solutions
UDL	Universal Design for Learning

1. NBS Handleiding voor de lerarenopleiding

1.1. Inleiding

De huidige mondiale duurzaamheidsuitdagingen onderstrepen de noodzaak om vaardigheden te ontwikkelen die de transitie naar een groenere economie ondersteunen. Studenten moeten daarom vertrouwd raken met urgente milieuvraagstukken en lokale duurzaamheidsuitdagingen, zoals het verlies aan biodiversiteit, de gevolgen daarvan en mogelijke strategieën om deze tegen te gaan. Hierbij horen ook de principes van op natuur gebaseerde oplossingen (**Nature-based Solutions – NBS**) en de daarmee samenhangende innovatieve sociaal-technische oplossingen.

Deze docentenhandleiding is ontwikkeld om de onderwerpen **Nature-based Solutions (NBS)**, biodiversiteit en ecologie te verkennen binnen het technisch-, beroeps- en volwassenenonderwijs. Het doel is docenten binnen dit domein te inspireren en handvatten te geven om aantrekkelijke en betekenisvolle lessen voor hun studenten te verzorgen.

De handleiding bestaat uit twee delen. Het eerste deel, **Basisprincipes** (hoofdstukken I en II), behandelt de achterliggende thema's, zoals biodiversiteit en ecologie, en bouwt zo een gedeeld begrip op van op natuur gebaseerde oplossingen (NBS). Het tweede deel, **NBS in de praktijk** (hoofdstukken III t/m VI), richt zich op de meer praktische en technische aspecten van NBS, waaronder milieurisico's, voedselproductie, waterbeheer en stedelijke ontwikkeling.

Alle hoofdstukken bevatten een beknopt overzicht van het betreffende onderwerp, dat docenten desgewenst verder kunnen uitdiepen. Vervolgens worden discussievragen aangeboden die bedoeld zijn om gesprekken en debat onder studenten te stimuleren. Deze vragen kunnen worden gebruikt bij de introductie van een onderwerp, maar ook op ieder ander moment vóór, tijdens of na een activiteit, bijvoorbeeld als afsluiting van een opdracht of tijdens tussenstops van een wandeling. In ieder hoofdstuk worden de discussievragen gevolgd door interactieve leeractiviteiten voor studenten. Deze bestaan steeds uit drie typen activiteiten: **wandelpedagogische activiteiten**, **challenge-based activiteiten** en **hands-on activiteiten**, gebaseerd op de pedagogische uitgangspunten die in de volgende paragraaf worden beschreven. De handleiding richt zich op vakoverstijgende thema's waardoor NBS breed geïmplementeerd kan worden binnen reeds bestaande modules of vakken.

Inclusief NBS-gericht onderwijs

NBS-gericht onderwijs biedt voordelen voor *alle* lerenden, maar hun potentieel voor mensen met een beperking is in het TVET en de volwasseneneducatie nog niet volledig verkend. Onderzoek toont aan dat praktische, zintuiglijke en ervaringsgerichte benaderingen bijzonder effectief zijn voor lerenden met fysieke, zintuiglijke, cognitieve en psychosociale beperkingen, aangezien zij de cognitieve belasting verminderen en meerdere wegen bieden om tot leren te komen.¹ Goede inclusieve praktijk begint al in de planningsfase: activiteiten moeten vanaf het begin met toegankelijkheid in het achterhoofd worden ontworpen, en niet pas achteraf worden aangepast.² Dit betekent dat de principes van Universal Design for Learning (UDL)³ worden toegepast op alle drie de typen activiteiten in deze gids, zodat elke lerende, ongeacht diens mogelijkheden, actief aan de slag kan met NBS-inhoud. Onderzoek specifiek gericht op het TVET laat zien dat de meeste opleiders hun lesplannen niet aanpassen voor studenten met een beperking, en dat de meesten niet op de hoogte zijn van de relevante beleidskaders.⁴ Het is ook van belang op te merken dat mensen met een beperking behoren tot de groepen die het zwaarst worden getroffen door milieucrisis en stedelijke overstromingen. Hun perspectieven moeten een integraal onderdeel uitmaken van duurzaamheidseducatie, in plaats van te worden behandeld als iets extra's.⁵

¹ Mygind, L., Kjeldsted, E., Hartmeyer, R., Mygind, E., Bolling, M., & Bentsen, P. (2019). Mental, physical and social health benefits of immersive nature-experience for children and adolescents: A systematic review and quality assessment of the evidence. *Health and Place*, 58, 102136. <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2019.05.014>; Stahlhut, M., Amholt, T. T., Barfod, K. S., Mikkelsen, S., Mall, C., Elsborg, P., Aadahl, M., & Bolling, M. (2025). Education outside the classroom for children with neurodevelopmental disorders in special needs education settings: A scoping review. *International Journal of Educational Research*, 132. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2025.102649>

² CAST (2018). Universal Design for Learning Guidelines version 2.2. CAST. <https://udlguidelines.cast.org>

³ Rose, D. H., & Meyer, A. (2002). Teaching every student in the digital age: Universal Design for Learning. *Association for Supervision and Curriculum Development*. ISBN: 978-0-87120-599-5

⁴ Stough, L. M., & Mayhorn, C. B. (2013). Population segments with disabilities. *International Journal of Mass Emergencies and Disasters*, 31(3), 384-402. <https://doi.org/10.1177/028072701303100306>; Fox, M. H., White, G. W., Rooney, C., & Rowland, J. L. (2007). Disaster preparedness and response for persons with mobility impairments: Results from the University of Kansas Nobody Left Behind Study. *Journal of Disability Policy Studies*, 17(4), 196-205. <https://doi.org/10.1177/10442073070170040201>

⁵ Stough, L. M., & Mayhorn, C. B. (2013). Population segments with disabilities. *International Journal of Mass Emergencies and Disasters*, 31(3), 384-402. <https://doi.org/10.1177/028072701303100306>; Fox, M. H., White, G. W., Rooney, C., & Rowland, J. L. (2007). Disaster preparedness and response for persons with mobility impairments: Results from the University of Kansas Nobody Left Behind Study. *Journal of Disability Policy Studies*, 17(4), 196-205. <https://doi.org/10.1177/10442073070170040201>

Tabel 1: Activiteitstypen- en mechanismen

Activiteitstype	Toegankelijkheidstool of -techniek	Welke lerenden profiteren hiervan?
Wandelen	Virtuele excursies met Google Earth, iNaturalist of Google Street View	Lerenden met mobiliteitsbeperkingen of chronische aandoeningen
Wandelen	Audiobeschrijving van omgevingen voor lerenden die niet visueel kunnen waarnemen	Lerenden met een visuele beperking
Wandelen	Controle van de toegankelijkheid van de route vooraf en een alternatieve binnenroute	Rolstoelgebruikers en lerenden die mobiliteitshulpmiddelen gebruiken
Uitdaging	Teksten in eenvoudige taal met zinsstarters en gestructureerde sjablonen	Lerenden met cognitieve beperkingen of beperkte leesvaardigheid
Uitdaging	Toegewezen groepsrollen (onderzoeker, illustrator, presentator) om deelname te verdelen	Lerenden met psychosociale beperkingen of verschillen in communicatie
Uitdaging	Extra tijd en flexibele manieren van inleveren (mondeling, visueel, schriftelijk)	Lerenden met verwerkingsproblemen of lichamelijke beperkingen
Tactiel	Werkstations aangepast aan een geschikte hoogte voor zittende lerenden	Rolstoelgebruikers
Tactiel	Handschoenen en gereedschap als alternatief voor direct handcontact met materialen	Lerenden met sensorische gevoeligheden of beperkte handmobiliteit
Tactiel	Multisensorische betrokkenheid: aanraking, geluid en geur naast visuele observatie	Lerenden met een visuele beperking
Alle activiteitstypen	UDL: meerdere mogelijkheden bieden voor betrokkenheid, representatie en expressie	Alle lerenden, proactief
Alle activiteitstypen	Communicatielijnen voor crisissituaties: hoe noodsituaties rond NBS op toegankelijke wijze worden gecommuniceerd	Lerenden met sensorische of cognitieve beperkingen
Alle activiteitstypen	Behoeftanalyse aan het begin van het programma om toegankelijkheidsbehoeften en communicatievoorkeuren vast te stellen	Alle lerenden en trainers met een beperking

1.2. Pedagogische uitgangspunten

De pedagogische uitgangspunten van deze docentenhandleiding zijn gebaseerd op **ervaringsgericht leren** in de natuur. Leren in en met de natuur combineert directe ervaring en observatie in de natuur met kritische reflectie en dialoog. Docenten worden daarom aangemoedigd om niet alleen kennis over te dragen, maar vooral leeromgevingen te creëren waarin studenten milieuvraagstukken zelf kunnen onderzoeken en kritisch kunnen reflecteren op hun eigen waarnemingen en perspectieven.

Ervaringsgerichte activiteiten zijn het meest effectief wanneer zij zijn opgebouwd uit een opeenvolging van **introductie, ervaring en reflectie**. Daarom wordt docenten aangeraden om vooraf het doel van een activiteit toe te lichten, studenten vervolgens de gelegenheid te geven de activiteit zelf te ervaren en daarna een reflectiemoment te begeleiden waarin zij hun observaties kunnen verbinden met bredere ecologische, maatschappelijke en economische thema's. Reflectie kan plaatsvinden door uitwisseling tussen medestudenten en groepsgesprekken, maar ook door middel van gerichte vragen. Hiervoor kunnen docenten gebruikmaken van de discussievragen die in ieder hoofdstuk zijn opgenomen.

Elk hoofdstuk van deze docentenhandleiding bevat drie typen activiteiten: **wandelpedagogische activiteiten, challenge-based activiteiten** en **hands-on activiteiten**. Docenten worden aangemoedigd om hun keuze voor een activiteit af te stemmen op de leerdoelen, het profiel van de studenten en de beschikbare middelen. Hoewel de activiteiten afzonderlijk kunnen worden uitgevoerd, kan het wenselijk zijn deze geleidelijk op te bouwen. Zo kan bijvoorbeeld worden gestart met hands-on activiteiten, waarna wandelpedagogische activiteiten of challenge-based activiteiten volgen, vooral wanneer studenten nog weinig voorkennis of ervaring hebben met de behandelde onderwerpen.

De eerste categorie bestaat uit **wandelpedagogische activiteiten**, waarbij leren plaatsvindt door beweging, observatie en verkenning van de omgeving. Deze onderwijsvorm versterkt de verbinding tussen studenten, hun omgeving en de gemeenschap⁶. Daarnaast wordt zij beschouwd als een flexibele en transformatieve manier om studenten kritisch na te laten denken over de plaatsen waar zij leven, leren en werken⁷.

De tweede categorie bestaat uit **challenge-based activiteiten**, zoals probleemoplossende opdrachten, ontwerp oefeningen en andere praktijkgerichte toepassingen⁸. Deze activiteiten stimuleren studenten om kennis actief toe te passen op realistische vraagstukken en gezamenlijk tot oplossingen te komen.

⁶ Friedman, S., Morrison, S. A., & Rickards, A. (2025). Moving towards inclusion and connection: practitioners' conceptualisations of walking pedagogy. *Children's Geographies*, 23(2), 157-171.

<https://doi.org/10.1080/14733285.2025.2476427>

¹⁹⁷ Qualmann, C., & Morris, B. (2025). Encountering Olympic landscapes: walking as a pedagogic tool in Stratford, London. *Research in Drama Education: The Journal of Applied Theatre and Performance*, 30(4), 718-738.

<https://doi.org/10.1080/13569783.2025.2557841>

⁸ Hmelo-Silver, C. E., Duncan, R. G., & Chinn, C. A. (2007). Scaffolding and Achievement in Problem-Based and Inquiry Learning: A Response to Kirschner, Sweller, and Clark (2006). *Educational Psychologist*, 42(2), 99-107.

<https://doi.org/10.1080/00461520701263368>

De derde categorie omvat **hands-on activiteiten**,⁹ waarbij studenten leren door praktische, hands-on ervaringen en het inzetten van meerdere zintuigen, bijvoorbeeld via experimenten of door te werken met relevante materialen en hulpmiddelen.

Sommige studenten zullen ervaringsgerichte werkvormen, zoals buitenactiviteiten, challenge-based activiteiten of hands-on activiteiten, in eerste instantie als onbekend ervaren. Daarom worden docenten aangemoedigd om het doel van de activiteiten duidelijk toe te lichten. Wanneer studenten begrijpen waarom een activiteit wordt uitgevoerd, zullen zij doorgaans gemotiveerder deelnemen. Daarnaast is het belangrijk te erkennen dat verschillende interpretaties en reacties van studenten allemaal waardevol zijn en een leeromgeving te creëren waarin iedereen zich veilig voelt om nieuwe perspectieven te verkennen.

Docenten worden aangemoedigd rekening te houden met praktische aspecten, zoals de beschikbare tijd, de groepsgrootte, toegankelijkheid, veiligheidsvoorschriften en de geschiktheid van de locatie voor de geplande activiteit. Er moet voldoende tijd worden gereserveerd, niet alleen voor de activiteit zelf, maar ook voor de introductie en de reflectie achteraf, omdat juist deze onderdelen essentieel zijn voor een effectief leerproces.

Daarnaast is het belangrijk om vooraf na te denken over de toegankelijkheid van de gekozen locatie en de mate waarin studenten zich daar gemakkelijk kunnen verplaatsen en actief kunnen deelnemen. Ook verdient het aandacht hoe de groep wordt begeleid wanneer deelnemers zich over een groter gebied verspreiden. Afhankelijk van de geldende richtlijnen van de onderwijsinstelling kunnen aanvullende veiligheidsmaatregelen of extra begeleiding noodzakelijk zijn wanneer activiteiten buiten plaatsvinden.

De drie activiteitstypen zijn ontwikkeld vanuit de gedachte dat **praktijkgerichte ervaring** studenten helpt de beoogde leerresultaten te bereiken, in het bijzonder de competenties uit **GreenComp**,¹⁰ de **ESCO Green Skills**¹¹ en de **ESCO Transversal Skills**¹².

Het **GreenComp-framework** biedt een gemeenschappelijk referentiekader voor duurzaamheidscompetenties. Het ondersteunt studenten én biedt docenten en trainers houvast bij het ontwikkelen van onderwijs over duurzaamheid¹³. Daarnaast geven de **ESCO Green Skills** invulling aan de

⁹ Shams, L., & Seitz, A. R. (2008). Benefits of multisensory learning. *Trends in Cognitive Sciences*, 12(11), 411–417. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2008.07.006>

¹⁰ Bianchi, G., Pisiotis, U., & Cabrera Giraldez, M. (2022). GreenComp: The European sustainability competence framework. *Publications Office of the European Union*. <https://doi.org/10.2760/13286>

¹¹ European Commission (2022). Green Skills and Knowledge Concepts: Labelling the ESCO classification. Technical Report. <https://esco.ec.europa.eu/system/files/2025-01/Green%20Skills%20and%20Knowledge%20-%20Labelling%20ESCO.pdf>

¹² European Commission & Cedefop (2021). Towards a structured and consistent terminology on transversal skills and competences. *ESCO Publications*. <https://esco.ec.europa.eu/system/files/2022-05/MSWG%2014-04%20Report%20of%20the%20expert%20group%20on%20transversal%20skills%20and%20competences.pdf>

¹³ European Commission (n.d.). GreenComp: the European sustainability competence framework. https://joint-research-centre.ec.europa.eu/greencomp-european-sustainability-competence-framework_en

kennis, vaardigheden, waarden en houding die nodig zijn om te leven in, bij te dragen aan en vorm te geven aan een samenleving die de impact van menselijk handelen op het milieu vermindert^{14, 15}.

De **ESCO Transversal Skills** bestaan uit algemene of zogenoemde 'soft skills' die bijdragen aan de persoonlijke ontwikkeling. Zij vormen bovendien de basis voor de ontwikkeling van vakspecifieke competenties die noodzakelijk zijn om succesvol te functioneren op de arbeidsmarkt.

Docenten worden aangemoedigd om tijdens de activiteiten gebruik te maken van **formatieve evaluatie**. Bij praktijkgerichte en samenwerkingsopdrachten kunnen observatierubrieken worden ingezet om deelname, probleemoplossend vermogen en samenwerking te beoordelen. Ook peerfeedback kan bijdragen aan de ontwikkeling van communicatieve vaardigheden en reflectie tijdens groepswork. Bij challenge-based activiteiten kunnen studenten een ontwerpportfolio bijhouden waarin zij hun ideeën, concepten en eindresultaten documenteren. Reflectieverslagen of logboeken kunnen na afloop van activiteiten worden gebruikt om studenten te laten terugkijken op hun leerproces, de uitdagingen die zij zijn tegengekomen en hun persoonlijke ontwikkeling.

De **Inclusieve Praktijknotities** die door deze handleiding heen zijn opgenomen bieden praktische handvatten voor het aanpassen van de activiteiten zodat inclusief onderwijs wordt bevorderd en ook studenten met een beperking optimaal kunnen deelnemen.

NBS-gericht onderwijs biedt voordelen voor *alle* lerenden, maar hun potentieel voor mensen met een beperking is in het middelbaar beroepsonderwijs nog onvoldoende belicht. Onderzoek toont aan dat praktische, zintuiglijke en ervaringsgerichte benaderingen bijzonder effectief zijn voor lerenden met fysieke, zintuiglijke, cognitieve en psychosociale beperkingen, aangezien zij de cognitieve belasting verminderen en meerdere wegen bieden om tot leren te komen.¹⁶

Goede inclusieve praktijk begint al in de planningsfase: activiteiten moeten vanaf het begin met toegankelijkheid in het achterhoofd worden ontworpen, en niet pas achteraf worden aangepast.¹⁷ Dit betekent dat de principes van Universal Design for Learning (UDL)¹⁸ worden toegepast op alle drie de typen activiteiten in deze gids, zodat elke lerende, ongeacht diens mogelijkheden, actief aan de slag kan met NBS-inhoud. Onderzoek specifiek gericht op het middelbaar beroepsonderwijs laat zien dat de

¹⁴ Cedefop (2012). Green skills and environmental awareness in vocational education and training. *Publications Office of the European Union*. https://www.cedefop.europa.eu/files/5524_en.pdf

¹⁵ European Commission (n.d.). Transversal knowledge, skills and competences. <https://esco.ec.europa.eu/en/about-esco/escopedia/escopedia/transversal-knowledge-skills-and-competences>

¹⁶ Mygind, L., Kjeldsted, E., Hartmeyer, R., Mygind, E., Bolling, M., & Bentsen, P. (2019). Mental, physical and social health benefits of immersive nature-experience for children and adolescents: A systematic review and quality assessment of the evidence. *Health and Place*, 58, 102136. <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2019.05.014>; Stahlhut, M., Amholt, T. T., Barfod, K. S., Mikkelsen, S., Mall, C., Elsberg, P., Aadahl, M., & Bolling, M. (2025). Education outside the classroom for children with neurodevelopmental disorders in special needs education settings: A scoping review. *International Journal of Educational Research*, 132. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2025.102649>

¹⁷ CAST (2018). Universal Design for Learning Guidelines version 2.2. CAST. <https://udlguidelines.cast.org>

¹⁸ Rose, D. H., & Meyer, A. (2002). Teaching every student in the digital age: Universal Design for Learning. *Association for Supervision and Curriculum Development*. ISBN: 978-0-87120-599-5

meeste opleiders hun lesplannen niet aanpassen voor studenten met een beperking, en dat de meesten niet op de hoogte zijn van de relevante beleidskaders.¹⁹

¹⁹ Stough, L. M., & Mayhorn, C. B. (2013). Population segments with disabilities. *International Journal of Mass Emergencies and Disasters*, 31(3), 384-402. <https://doi.org/10.1177/028072701303100306>; Fox, M. H., White, G. W., Rooney, C., & Rowland, J. L. (2007). Disaster preparedness and response for persons with mobility impairments: Results from the University of Kansas Nobody Left Behind Study. *Journal of Disability Policy Studies*, 17(4), 196-205. <https://doi.org/10.1177/10442073070170040201>

1.3. Doelgroep

Deze Handleiding voor Docententraining is ontwikkeld voor docenten en trainers in het **technisch en beroepsonderwijs**. De handleiding is echter flexibel opgezet en kan ook worden toegepast in andere onderwijscontexten waarin biodiversiteit, duurzaamheid en **Nature-based Solutions (NBS)** aan bod komen.

De inhoud is bedoeld voor een brede doelgroep van studenten en volwassen cursisten met uiteenlopende opleidingsachtergronden. Sommige hoofdstukken zijn geschikt als algemene introductie tot biodiversiteit, ecologie en Nature-based Solutions, terwijl andere hoofdstukken meer technische of beroepsgerichte toepassingen behandelen. Docenten kunnen daarom zelf bepalen welke onderdelen het beste aansluiten bij hun onderwijsprogramma en het niveau van hun studenten.

De activiteiten zijn zo ontworpen dat zij kunnen worden aangepast aan verschillende onderwijscontexten, groepsgroottes en beschikbare faciliteiten. Hoewel sommige activiteiten zijn ontwikkeld voor buitenlocaties, kunnen veel opdrachten worden aangepast aan een klaslokaal of laboratoriumomgeving wanneer veldwerk niet mogelijk is.

Deze handleiding is niet bedoeld als volledig curriculum, maar als een praktische verzameling van achtergronden, discussieonderwerpen en leeractiviteiten die docenten kunnen integreren in bestaande lessen of opleidingsprogramma's.

Deel I: Basisprincipes

Deel I van deze Handleiding voor Docententraining biedt de noodzakelijke basiskennis om biodiversiteit, ecologie en **Nature-based Solutions (NBS)** beter te begrijpen. De hoofdstukken introduceren de belangrijkste concepten die nodig zijn om de activiteiten in deze handleiding te kunnen uitvoeren en leggen een fundament voor de meer praktijkgerichte toepassingen die in Deel II worden behandeld.

Hoewel deze hoofdstukken een algemene inleiding bieden, zijn zij tegelijkertijd bedoeld als vertrekpunt voor verdere verdieping. Docenten kunnen de inhoud uitbreiden met aanvullende voorbeelden, regionale casussen of actuele ontwikkelingen die aansluiten bij hun eigen onderwijscontext.

Hoofdstuk I: Biodiversiteit en ecologie

Beknopt overzicht

Biodiversiteit verwijst naar de verscheidenheid aan leven op aarde. Dit omvat de variatie binnen soorten (genetische diversiteit), tussen soorten (soortendiversiteit) en tussen ecosystemen (ecosysteemdiversiteit). Biodiversiteit vormt de basis van gezonde ecosystemen en levert essentiële ecosysteemdiensten waarvan mensen afhankelijk zijn, zoals voedselproductie, schoon water, bestuiving, klimaatregulatie en recreatiemogelijkheden.

Ecologie is de wetenschap die bestudeert hoe organismen met elkaar en met hun omgeving in wisselwerking staan. Ecologische processen bepalen hoe ecosystemen functioneren, zich aanpassen aan veranderingen en zich in de loop van de tijd ontwikkelen. Het begrijpen van deze processen is essentieel voor het beschermen en herstellen van ecosystemen.

Biodiversiteit staat wereldwijd onder toenemende druk als gevolg van menselijke activiteiten, waaronder veranderingen in landgebruik, vervuiling, overexploitatie van natuurlijke hulpbronnen, invasieve uitheemse soorten en klimaatverandering. Deze druk leidt tot verlies van soorten, aantasting van ecosystemen en een afname van de ecosysteemdiensten waarop de samenleving is aangewezen.

Gezonde ecosystemen zijn doorgaans beter bestand tegen verstoringen en kunnen zich sneller herstellen na veranderingen. Een grotere biodiversiteit draagt vaak bij aan een grotere veerkracht van ecosystemen, waardoor zij beter in staat zijn om zich aan te passen aan veranderende omstandigheden en essentiële functies te blijven vervullen.

In een beroepsgerichte context is kennis van biodiversiteit en ecologie relevant voor uiteenlopende sectoren, zoals landbouw, bosbouw, tuinbouw, waterbeheer, ruimtelijke ordening, bouw, natuurbeheer en milieubeheer. Inzicht in ecologische processen helpt professionals om duurzamere keuzes te maken en **Nature-based Solutions (NBS)** effectief toe te passen.

Discussievragen

De onderstaande discussievragen richten zich op biodiversiteit en ecologie. Ze kunnen door de docent worden gebruikt om studenten te begeleiden bij gezamenlijke discussies en reflecties over het belang van biodiversiteit, ecosystemen en de invloed van menselijk handelen op het milieu.

- Waarom is biodiversiteit belangrijk voor zowel ecosystemen als de mens?
- Hoe zijn verschillende soorten binnen een ecosysteem met elkaar verbonden?
- Welke menselijke activiteiten hebben de grootste invloed op biodiversiteit in jouw omgeving?

- Welke maatregelen kunnen individuen, bedrijven en overheden nemen om biodiversiteitsverlies tegen te gaan?

Voorgestelde leeractiviteiten

Wandelpedagogische activiteit – "Biodiversiteit observeren"

Beschrijving: Deze activiteit helpt studenten biodiversiteit in hun directe omgeving te herkennen en te begrijpen hoe verschillende soorten en ecosystemen met elkaar samenhangen.

Studenten maken een wandeling door een park, natuurgebied, schoolterrein of andere groene omgeving. Tijdens de wandeling observeren en registreren zij verschillende planten, dieren, schimmels en andere organismen. Daarbij besteden zij aandacht aan de onderlinge relaties tussen soorten, de kenmerken van hun leefgebied en mogelijke invloeden van menselijk handelen.

Na afloop vergelijken studenten hun observaties en bespreken zij welke factoren de biodiversiteit op de bezochte locatie bevorderen of juist beperken.

Aanbevolen duur: 75 minuten

- Introductie en uitleg: 10 minuten
- Wandelactiviteit en observaties: 45 minuten
- Verwerken van de observaties: 10 minuten
- Reflectie en groepsdiscussie: 10 minuten

Aanbevolen groepsgrootte: 10–30 studenten, individueel, in tweetallen of in groepen van 3–5.

Mogelijke leerresultaten:

GreenComp-competenties – Versterken van de natuur (1.3); Systeemdenken (2.1); Verkennend denken (3.3).

ESCO Green Skills – biodiversiteit begrijpen; ecosystemen observeren; ecologische gegevens verzamelen; ecologische processen begrijpen; natuurbehoud ondersteunen.

ESCO Transversal Skills – kritisch observeren; analytisch denken; systeemdenken; problemen herkennen; nieuwsgierigheid tonen; aandacht voor detail; samenwerken; informatie organiseren; feiten rapporteren.

Challenge-based activiteit – "Breng een ecosysteem in kaart"

Beschrijving: Deze activiteit helpt studenten ecosystemen te analyseren en inzicht te krijgen in de relaties tussen organismen en hun leefomgeving.

Studenten werken in kleine groepen en kiezen een lokaal ecosysteem, bijvoorbeeld een bos, park, landbouwgebied of stedelijke groenvoorziening. Zij brengen de belangrijkste organismen, voedselrelaties, abiotische factoren en menselijke invloeden in kaart.

Vervolgens ontwikkelen zij een overzicht (bijvoorbeeld een schema, poster of digitale presentatie) waarin zichtbaar wordt hoe het ecosysteem functioneert en welke verstoringen het systeem kunnen beïnvloeden.

Na de presentaties bespreken de studenten welke onderdelen van het ecosysteem het meest kwetsbaar zijn en welke maatregelen kunnen bijdragen aan het behoud of herstel ervan.

Aanbevolen duur: 90 minuten

- Introductie: 10 minuten
- Analyse van het ecosysteem: 25 minuten
- Uitwerken van de ecosysteemkaart: 35 minuten
- Presentaties en reflectie: 20 minuten

Aanbevolen groepsgrootte: 10–25 studenten, in groepen van 3–5.

Mogelijke leerresultaten:

GreenComp-competenties – Versterken van de natuur (1.3); Systeemdenken (2.1); Probleemdefiniëring (2.3); Toekomstgericht denken (3.1); Verkennend denken (3.3).

ESCO Green Skills – ecosystemen analyseren; biodiversiteit beschermen; ecologische gegevens interpreteren; milieueffecten beoordelen.

ESCO Transversal Skills – kritisch denken; analytisch denken; samenwerken; plannen; problemen oplossen; informatie organiseren; creatief denken; presenteren.

Hands-on activiteit – "Een levend micro-ecosysteem bouwen"

Beschrijving: Deze activiteit helpt studenten inzicht te krijgen in de werking van ecosystemen door een eenvoudig micro-ecosysteem te bouwen en gedurende een bepaalde periode te observeren.

Studenten bouwen in kleine groepen een gesloten of halfgesloten micro-ecosysteem met natuurlijke materialen, zoals aarde, zand, stenen, mos, kleine planten en water. Tijdens de opbouw bespreken zij welke organismen en abiotische factoren nodig zijn om een functionerend ecosysteem te creëren.

Na het samenstellen observeren studenten gedurende meerdere dagen of weken de veranderingen binnen hun micro-ecosysteem. Zij letten onder andere op vochtigheid, plantengroei, schimmelvorming, afbraakprocessen en eventuele veranderingen in de bodem. Indien gewenst kunnen gecontroleerde variaties worden aangebracht, bijvoorbeeld door verschillen in licht, temperatuur of watergift, zodat studenten kunnen onderzoeken hoe ecosystemen reageren op veranderingen in hun omgeving.

De activiteit wordt afgesloten met een gezamenlijke bespreking waarin studenten reflecteren op de waargenomen ecologische processen en de onderlinge afhankelijkheid van organismen en hun leefomgeving.

Figuur 1: Voorbeeldopstelling van een activiteit met een levend micro-ecosysteem²⁰



Aanbevolen duur: 50 minuten, gevolgd door observaties gedurende meerdere dagen of weken

- Introductie en uitleg: 15 minuten
- Opbouw van het micro-ecosysteem: 20 minuten
- Aanbrengen van gecontroleerde omgevingsvariaties en eerste observaties: 10 minuten
- Discussie en reflectie: 5 minuten

Aanbevolen groepsgrootte:

10–25 studenten, werkend in tweetallen of groepen van 2–4.

Mogelijke leerresultaten:

GreenComp-competenties – Versterken van de natuur (1.3); Systeemdenken (2.1); Aanpassingsvermogen (3.2); Verkennend denken (3.3).

ESCO Green Skills – de functies van ecosystemen begrijpen; het concept ecologie begrijpen; ecologische gegevens analyseren; ecologisch onderzoek uitvoeren; milieueffecten beoordelen; biodiversiteit beschermen; biologie.

ESCO Transversal Skills – kennis van wetenschap, technologie en techniek toepassen; analytisch denken; systeemdenken; problemen oplossen; problemen signaleren; plannen; samenwerken; zelfstandig werken; nieuwsgierigheid tonen; nauwkeurig werken; apparatuur, hulpmiddelen en technologie zorgvuldig gebruiken; informatie, materialen en middelen organiseren; feiten rapporteren; de milieueffecten van persoonlijk gedrag beoordelen; kritisch denken; kwaliteit bewaken; gedurende langere tijd geconcentreerd werken.

²⁰ AI-gegenereerde afbeelding

Bronnen

- Cardinale, B. J., Duffy, J. E., Gonzalez, A., Hooper, D. U., Perrings, C., Venail, P., Narwani, A., Mace, G. M., Tilman, D., Wardle, D. A. & Kinzig, A. P. (2012). Biodiversity loss and its impact on humanity. *Nature*, 486(7401), 59–67. <https://doi.org/10.1038/nature11148>
- Díaz, S., Settele, J., Brondízio, E. S., Ngo, H. T., Agard, J., Arneth, A., Balvanera, P., Brauman, K. A., Butchart, S. H. M., Chan, K. M. A., Garibaldi, L. A., Liu, K. Ichii J., Subramanian, S. M., Midgley, G. F., Miloslavich, P., Molnár, Z., Obura, D., Pfaff, A., Polasky, S. (...) Zayas, C. N. (2019). Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services. Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3553458>
- Ecological Society of America (n.d.). What is Ecology? <https://esa.org/about/what-does-ecology-have-to-do-with-me/>
- Friedman, S., Morrison, S. A., & Rickards, A. (2025). Moving towards inclusion and connection: practitioners' conceptualisations of walking pedagogy. *Children's Geographies*, 23(2), 157–171. <https://doi.org/10.1080/14733285.2025.2476427>
- Häckel, E. (1866). *Generelle Morphologie der Organismen: Allgemeine grundzüge der organischen formen-wissenschaft, mechanisch begründet durch die von Charles Darwin reformirte descendenztheorie* (2nd vol.). Georg Reime
- O'Neill, M., O'Donovan, D., Barimo, J., Mullally, G., Sharifi Isaloo, A., Keohane, K., Spalding, T., Swirak, K., Boland, T., & Griffin, R. (2025). *Walking as Critical Pedagogy*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003569671>
- Renshaw, P., & Tooth, R. (2017). *Diverse Pedagogies of Place*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315695389#>
- Soga, M., & Gaston, K. J. (2016). Extinction of experience: The loss of human–nature interactions. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 14(2), 94–101. <https://doi.org/10.1002/fee.1225>

Hoofdstuk II: Nature-based Solutions

Wat zijn Nature-Based Solutions?

Er bestaat geen eenduidige definitie van **Nature-based Solutions (NBS)**. Hieronder staan enkele van de meest geciteerde omschrijvingen:

*"Acties die natuurlijke of door de mens beïnvloede ecosystemen beschermen, duurzaam beheren en herstellen, en die maatschappelijke uitdagingen op een effectieve en adaptieve manier aanpakken, terwijl zij tegelijkertijd bijdragen aan menselijk welzijn en biodiversiteit."*²¹

*"Acties die zijn geïnspireerd door, ondersteund worden door of zijn afgeleid van de natuur en die samenlevingen helpen uiteenlopende ecologische, sociale en economische uitdagingen op duurzame wijze aan te pakken."*²²

*"Innovatieve en strategische benaderingen en maatregelen om maatschappelijke en milieugerelateerde uitdagingen aan te pakken, waaronder voedsel- en waterzekerheid, volksgezondheid, klimaatmitigatie en -adaptatie, biodiversiteitsbehoud, economische en sociale ontwikkeling en het verminderen van rampenrisico's. Zij zijn gericht op het beschermen, herstellen en duurzaam benutten van natuurlijke en door de mens beïnvloede ecosystemen op een kosteneffectieve, efficiënte en lokaal passende wijze."*²³

Als reactie op de toenemende ecologische crises zijn **Nature-based Solutions (NBS)** uitgegroeid tot een geïntegreerde benadering die gebruikmaakt van de functies van gezonde ecosystemen om maatschappelijke uitdagingen aan te pakken, zoals overstromingen, voedselonzeekerheid en hittestress in stedelijke gebieden. Tegelijkertijd dragen zij bij aan biodiversiteit en het welzijn van mensen.

Het uitgangspunt van NBS is dat oplossingen samenwerken met ecosystemen, in plaats van uitsluitend te vertrouwen op conventionele technische of civieltechnische ingrepen. Op deze manier kunnen zij bijdragen aan zowel de **adaptatie aan** als de **mitigatie van** klimaatverandering. In veel gevallen worden Nature-based Solutions gecombineerd met andere typen maatregelen.

Binnen **Nature-based Solutions** verwijst **Nature** naar biodiversiteit (soorten, habitats en ecosystemen) en/of ecosysteemdiensten. **Nature-based** verwijst naar ecosysteemgerichte benaderingen of het directe gebruik van elementen van biodiversiteit. **Solutions** verwijst naar het aanpakken van een

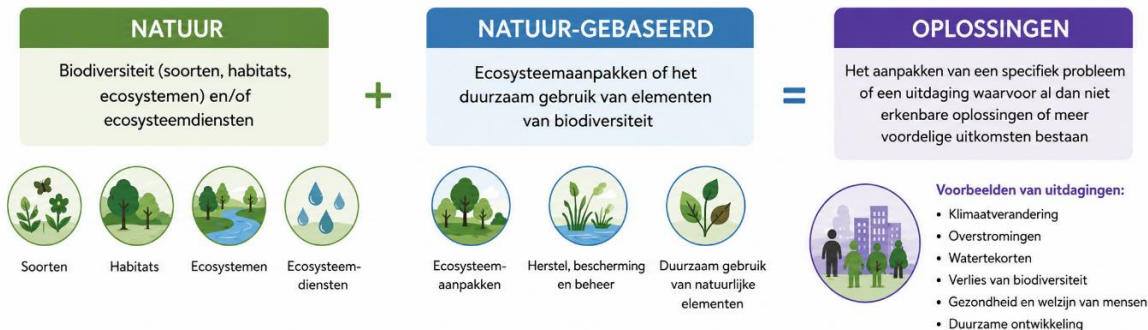
²¹ IUCN (2020). Global Standard for Nature-based Solutions. A user-friendly framework for the verification, design and scaling up of NbS. International Union for Conservation of Nature.
<https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2020-020-En.pdf>

²² European Commission: Directorate-General for Research and Innovation (2015). Towards an EU research and innovation policy agenda for nature-based solutions & re-naturing cities – Final report of the Horizon 2020 expert group on 'Nature-based solutions and re-naturing cities' – (full version). Publications Office.
<https://data.europa.eu/doi/10.2777/765301>

²³ Jones, M., Keryan, T., de Wit, M., Fender, A., & Klawitter, J. (2024). A Comprehensive Overview of Nature-Based Solutions: Harnessing Nature for Environmental and Social Benefits. EU Open Research Repository.
<https://zenodo.org/records/15975043>

concreet probleem of een maatschappelijke uitdaging waarvoor een herkenbare en aantoonbaar betere oplossing mogelijk is.

Figuur 2: Definities van Nature-based Solutions²⁴



De doelstellingen van **Nature-based Solutions (NBS)** zijn onder meer het Versterken vanduurzame verstedelijking, het herstellen van aangetaste ecosystemen, het ontwikkelen van maatregelen voor klimaatadaptatie en klimaatmitigatie en het verbeteren van risicobeheer en de veerkracht van ecosystemen en samenleving.

Figuur 3: Doelstellingen van Nature-based Solutions

Onderzoeks- en innovatieagenda voor natuurgebaseerde oplossingen en natuurinclusieve steden	
Doelen	Onderzoeks- en innovatieacties
Duurzame verstedelijking versterken	Stedelijke regeneratie met natuurgebaseerde oplossingen
	Natuurgebaseerde oplossingen voor het verbeteren van gezondheid en welzijn in stedelijke gebieden
Aangetaste ecosystemen herstellen	Natuurgebaseerde oplossingen voor veerkrachtige kusten
	Meeroudig functionele natuurgebaseerde oplossingen voor beheer van stroomgebieden en herstel van ecosystemen
Aanpassing aan en mitigatie van klimaatverandering ontwikkelen	Natuurgebaseerde oplossingen voor het vergroten van het duurzame gebruik van materialen en energie
	Natuurgebaseerde oplossingen voor het vergroten van de veerkracht van ecosystemen
Risicobeheer en veerkracht verbeteren	Koolstofvastlegging vergroten met natuurgebaseerde oplossingen

Bron. European Commission (2015)²⁵

²⁴ AI-gegenereerde afbeelding

²⁵ European Commission: Directorate-General for Research and Innovation (2015). Towards an EU research and innovation policy agenda for nature-based solutions & re-naturing cities – *Final report of the Horizon 2020 expert*

Voorbeelden van **Nature-based Solutions** zijn onder andere ecosysteemherstel, zoals herbebossing, het herstel van wetlands en de regeneratie van koraalriffen. Daarnaast omvatten NBS maatregelen voor ecosysteembescherming, bijvoorbeeld natuurbehoud en het aanwijzen van beschermde natuurgebieden.

Ook het toepassen van **groene en blauwe infrastructuur** in stedelijke gebieden behoort tot Nature-based Solutions. Voorbeelden hiervan zijn groene daken, waterdoorlatende verharding en de aanleg of uitbreiding van groene openbare ruimten.

Daarnaast maken ecosysteemgerichte benaderingen voor klimaatadaptatie deel uit van NBS. Hierbij kan worden gedacht aan agro-ecologische landbouwmethoden die bijdragen aan het herstel en behoud van een gezonde bodem en tegelijkertijd waterbronnen beschermen. Ook het herstel van mangrovebossen is hiervan een voorbeeld.

Verder dragen Nature-based Solutions bij aan het verminderen van risico's op natuurrampen. Zo kunnen herstellende kustwetlands de kust beschermen tegen erosie en overstromingen, terwijl gezonde ecosystemen de kans op natuurbranden en aardverschuivingen kunnen verkleinen.

Binnen beroepsgerichte opleidingen kunnen toepassingen van NBS onder meer bestaan uit het aanleggen van groene daken en waterdoorlatende verhardingen, het toepassen van duurzame landbouwmethoden, het beheren van stedelijk groen, het herstellen van lokale leefgebieden en het deelnemen aan initiatieven voor natuurherstel en biodiversiteit in samenwerking met de lokale gemeenschap.

Hoewel Nature-based Solutions belangrijke voordelen bieden voor zowel milieu als samenleving, zijn zij niet in iedere situatie toepasbaar. De inzet ervan kan gepaard gaan met afwegingen, onzekerheden en uitdagingen tijdens de uitvoering. De effectiviteit van NBS is sterk afhankelijk van lokale ecologische, sociale, economische en bestuurlijke omstandigheden.

Daarom is het belangrijk dat studenten niet alleen inzicht krijgen in ecologische processen, maar ook leren kijken naar de sociale, culturele, economische en bestuurlijke aspecten van milieuvraagstukken. Onderwijsactiviteiten zouden studenten daarom moeten stimuleren om verschillende perspectieven van belanghebbenden te onderzoeken, afwegingen en mogelijke belangenconflicten te herkennen en ecosystemen te begrijpen als onderling verbonden sociaal-ecologische systemen.

Een dergelijke benadering draagt bij aan de ontwikkeling van **systeemdenken**, **kritisch denken** en het vermogen om problemen zorgvuldig te analyseren en af te bakenen. Juist deze competenties zijn essentieel voor het plannen, uitvoeren en evalueren van Nature-based Solutions.

Discussievragen

De onderstaande discussievragen richten zich op het gebruik van **Nature-based Solutions (NBS)** bij het aanpakken van milieuvraagstukken. De docent kan deze vragen gebruiken om studenten te begeleiden bij gezamenlijke discussies en reflecties over de mogelijkheden van NBS en de urgentie van maatregelen om milieuproblemen te beperken.

group on 'Nature-based solutions and re-naturing cities' – (full version). Publications Office.

<https://data.europa.eu/doi/10.2777/765301>

- Waarin verschillen Nature-based Solutions van andere interventies, zoals traditionele technische of civieltechnische oplossingen voor milieuproblemen? Wat zijn de voordelen en beperkingen van beide benaderingen?
- Op welke manieren kunnen Nature-based Solutions tegelijkertijd bijdragen aan het welzijn van mensen én aan het behoud van biodiversiteit? Zijn er situaties waarin deze doelen met elkaar kunnen conflicteren?
- Welke voorbeelden van Nature-based Solutions zouden volgens jou het meest effectief zijn in jouw eigen leefomgeving? Waarom?
- Welke beperkingen, afwegingen of onbedoelde gevolgen kunnen optreden bij de toepassing van Nature-based Solutions, en hoe kunnen deze worden ondervangen?

Voorgestelde leeractiviteiten

Wandelpedagogische activiteit – "Wanneer minder juist meer oplevert"

Beschrijving: Deze activiteit helpt studenten onderzoeken hoe verschillende niveaus van menselijk beheer invloed hebben op biodiversiteit, ecosysteemfuncties en de mogelijkheden van beheer met beperkte menselijke ingrepen, zoals Nature-based Solutions.

Studenten bezoeken een openbare groene ruimte, bijvoorbeeld een park, stadsweide of bos, waar zij gebieden vergelijken die intensief worden beheerd met gebieden waar minder beheer plaatsvindt of waar de natuur zich grotendeels zelfstandig ontwikkelt.

Tijdens de wandeling observeren en documenteren zij verschillen in vegetatie, biodiversiteit, bodemgesteldheid en ecosysteemfuncties tussen intensief beheerde locaties en extensief beheerde of halfnatuurlijke gebieden.

De activiteit wordt afgesloten met een reflectie op de vraag of een andere vorm van beheer — of juist minder menselijk ingrijpen — kan functioneren als een Nature-based Solution voor biodiversiteit en klimaatadaptatie, en onder welke ecologische, maatschappelijke of beheertechnische omstandigheden dit wel of juist niet effectief is.

Aanbevolen duur: 85 minuten

- Introductie en uitleg van de observatieopdracht: 10 minuten
- Wandeling en vergelijking van intensief en extensief beheerde gebieden: 50 minuten
- Vastleggen van de waarnemingen: 10 minuten
- Groepsreflectie en discussie: 15 minuten

Aanbevolen groepsgrootte: 10–30 studenten, individueel, in tweetallen of in groepen van 3–5.

Mogelijke leerresultaten:

GreenComp-competenties – Versterken van de natuur (1.3); Systeemdenken (2.1); Probleemdefiniëring (2.3); Aanpassingsvermogen (3.2); Verkennend denken (3.3).

ESCO Green Skills – natuurbeheer monitoren; milieueffecten beoordelen; ecologische gegevens analyseren; ecosysteembeheer begrijpen; biodiversiteit en dierenwelzijn bevorderen; biodiversiteit beschermen; stedelijke duurzaamheid bespreken.

ESCO Transversal Skills – kritisch observeren; kritisch denken; analytisch denken; ruimtelijke informatie verwerken; de milieueffecten van persoonlijk gedrag beoordelen; kennis van wetenschap, technologie en techniek toepassen; systeemdenken; problemen herkennen; problemen oplossen; nieuwsgierigheid tonen; nauwkeurig werken; creatief denken; actief deelnemen aan de samenleving; openstaan voor andere perspectieven; besluiten nemen; samenwerken; feiten rapporteren.

Challenge-based activiteit– "Ontwerp een Nature-based Solution"

Beschrijving: Deze activiteit helpt studenten de principes van Nature-based Solutions (NBS) toe te passen op een reële of realistische lokale milieu-uitdaging. Daarbij houden zij rekening met ecologische samenhang, de haalbaarheid van de uitvoering en de verschillende belangen van betrokken partijen.

Studenten krijgen een bestaande of realistische lokale milieu-uitdaging voorgeschied, bijvoorbeeld verlies aan biodiversiteit in een groenvoorziening of wateroverlast in een stedelijke omgeving. In kleine groepen ontwerpen zij een Nature-based Solution die rekening houdt met de onderlinge samenhang binnen ecosystemen, de praktische uitvoerbaarheid van de maatregel en de verschillende belangen van betrokken stakeholders, zoals gemeenten, inwoners, bedrijven en natuurorganisaties.

Vervolgens presenteren de groepen hun ontwerp. Dit kan bijvoorbeeld met behulp van schetsen, kaarten, conceptposters of digitale visualisaties. De nadruk ligt tijdens deze activiteit op het ontwerpen en plannen van een oplossing; de daadwerkelijke uitvoering maakt geen onderdeel uit van de opdracht.

Na de presentaties vergelijken de studenten de verschillende voorstellen. Zij bespreken welke oplossingen het meest haalbaar lijken, welke belanghebbenden voordeel of nadeel kunnen ondervinden en welke afwegingen of beperkingen nog steeds bestaan.

Aanbevolen duur: 100 minuten

- Introductie van de casus en de verschillende stakeholders: 15 minuten
- Analyse van het probleem in groepsverband: 20 minuten
- Ontwerpen van de Nature-based Solution: 35 minuten
- Visuele uitwerking van het ontwerp: 10 minuten
- Presentaties en reflectie: 20 minuten

Aanbevolen groepsgrootte: 10–25 studenten, werkend in groepen van 3–5.

Mogelijke leerresultaten:

GreenComp-competenties – Versterken van de natuur (1.3); Systeemdenken (2.1); Probleemdefiniëring (2.3); Toekomstgericht denken (3.1); Aanpassingsvermogen (3.2); Verkennend denken (3.3); Politieke handelingsbekwaamheid (4.1); Collectief handelen (4.2).

ESCO Green Skills – ecosysteembeheer begrijpen; stedelijke duurzaamheid ondersteunen; milieueffecten beoordelen; milieuactieplannen uitvoeren; duurzame technologieën bespreken; milieubeleid ontwikkelen; duurzaamheid bevorderen; natuurlijke hulpbronnen behouden.

ESCO Transversal Skills – problemen herkennen; kritisch denken; analytisch denken; problemen oplossen; plannen; systeemdenken; de milieueffecten van persoonlijk gedrag beoordelen; besluiten nemen; kennis van wetenschap, technologie en techniek toepassen; samenwerken; teamgeest bevorderen; creatief denken; innovatief denken; nieuwsgierigheid tonen; openstaan voor andere perspectieven; presenteren; een discussie begeleiden; actief deelnemen aan de samenleving.

Hands-on activiteit – "Onderzoeken hoe Nature-based Solutions werken"

Beschrijving: Deze activiteit helpt studenten te begrijpen hoe natuurlijke systemen milieuprocessen reguleren door de werking van **Nature-based Solutions** te onderzoeken, zoals het verminderen van waterafvoer, verkoeling en het tegengaan van bodemerosie.

Studenten voeren in groepen eenvoudige praktijkproeven uit waarin verschillende situaties met elkaar worden vergeleken. Voorbeelden zijn:

- het vergelijken van de afstroming van water op verharde en waterdoorlatende oppervlakken (zoals zand of aarde);
- het vergelijken van de temperatuur onder vegetatie met die van een onbegroeid oppervlak;
- het vergelijken van erosie in begroeide en kale bodemonsters.

Tijdens de experimenten observeren studenten de verschillen en leggen zij hun bevindingen schriftelijk vast.

De activiteit wordt afgesloten met een groepsgesprek waarin de experimentele resultaten worden gekoppeld aan praktische toepassingen van **Nature-based Solutions**, zoals groene daken, wetlands, stedelijke bomen, regentuinen en waterdoorlatende bestrating.

Figuur 4: Voorbeeldopstelling voor het onderzoeken van de werking van Nature-based Solutions²⁶



Aanbevolen duur: 75 minuten

- Introductie en uitleg van de proefopstelling: 10 minuten
- Opbouwen van de verschillende proefopstellingen: 15 minuten

²⁶ AI-generated image

- Uitvoeren van de experimenten en registreren van de gegevens: 30 minuten
- Vergelijken van de resultaten: 10 minuten
- Reflectie en koppeling aan praktijktoepassingen van NBS: 10 minuten

Aanbevolen groepsgrootte: 10–24 studenten, werkend in groepen van 2–4.

Mogelijke leerresultaten:

GreenComp-competenties – Systeemdenken (2.1); Probleemdefiniëring (2.3); Verkennend denken (3.3).

ESCO Green Skills – wetenschappelijke gegevens interpreteren om de waterkwaliteit te beoordelen; milieugegevens analyseren; ecosysteemfuncties begrijpen; het concept ecologie begrijpen; milieueffecten beoordelen; duurzame technologieën bespreken.

ESCO Transversal Skills – kennis van wetenschap, technologie en techniek toepassen; analytisch denken; problemen oplossen; problemen herkennen; ruimtelijke informatie verwerken; de milieueffecten van persoonlijk gedrag beoordelen; kritisch denken; systeemdenken; berekeningen uitvoeren; wiskundige informatie interpreteren; informatie, materialen en middelen organiseren; nauwkeurig werken; samenwerken; nieuwsgierigheid tonen; openstaan voor andere perspectieven; feiten rapporteren; apparatuur, hulpmiddelen en technologie nauwkeurig gebruiken; kwaliteit bewaken.

Bronnen

- Eisenber, B., & Polcher, V. (2019). Nature Based Solutions -Technical Handbook. *Personal Communication*, 2020-02.
- European Commission: Directorate-General for Research and Innovation (2015). Towards an EU research and innovation policy agenda for nature-based solutions & re-naturing cities – *Final report of the Horizon 2020 expert group on 'Nature-based solutions and re-naturing cities' – (full version)*. Publications Office. <https://data.europa.eu/doi/10.2777/765301>
- Ibrahim, A., Marshall, K., Carmen, E., Blackstock, K. L., & Waylen, K. A. (2025). Raising standards for stakeholder engagement in Nature-based Solutions: Navigating the why, when, who and how. *Environmental Science & Policy*, 163, 103971. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2024.103971>
- IUCN (2020). Global Standard for Nature-based Solutions. A user-friendly framework for the verification, design and scaling up of NbS. International Union for Conservation of Nature. <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2020-020-En.pdf>
- Jones, M., Keryan, T., de Wit, M., & Klawitter, J. (2024). Comprehensive Overview of Nature-Based Solutions: Harnessing Nature for Environmental and Social Benefits. eNaBLS Project Consortium. https://enabls.eu/wp-content/uploads/2025/07/eNaBLS_A_comprehensive_overview_to_NBS_v1.0.pdf
- Keryan, T., Uhlhorn, B., Wals, A., Jones, M., & Radinger-Peer, V. (2025). Exploring the understanding and integration of nature-based solutions into higher education and TVET: Insights from 7 EU countries. *Urban Forestry & Urban Greening*, 114, 129163. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2025.129163>
- Sowińska-Świerkosz, B., & García, J. (2022). What are Nature-based solutions (NBS)? Setting core ideas for concept clarification. *Nature-Based Solutions*, 2(100009). <https://doi.org/10.1016/j.nbsj.2022.100009>

Deel II: NBS in de praktijk

Voortbouwend op de basiskennis uit **Deel I** gaat **Deel II** van deze docentenhandleiding dieper in op de meer toegepaste en technische aspecten van **Nature-based Solutions (NBS)**.

In de hoofdstukken komen belangrijke thema's aan bod, zoals **milieurisico's**, **voedselproductie**, **waterbeheer** en **stedelijke ontwikkeling**.

Deze hoofdstukken zijn bedoeld om studenten een dieper inzicht te geven in de manier waarop Nature-based Solutions in de praktijk kunnen worden toegepast. Daarbij wordt niet alleen aandacht besteed aan de mogelijke voordelen, maar ook aan de complexiteit die gepaard gaat met de toepassing van NBS in verschillende situaties en contexten.

Hoewel Deel II meer verdieping biedt, met name voor studenten die binnen hun opleiding meer nadruk leggen op NBS-gerelateerde onderwerpen, blijft de inhoud toegankelijk voor een brede doelgroep en voor uiteenlopende vakgebieden, ook wanneer Nature-based Solutions geen centraal onderdeel van het curriculum vormen.

Door een combinatie van integrale benaderingen en praktijkgerichte activiteiten worden studenten gestimuleerd om actuele maatschappelijke vraagstukken kritisch te analyseren, verschillende belangen tegen elkaar af te wegen en geïntegreerde oplossingen te ontwikkelen waarin ecologische, sociale en economische aspecten met elkaar worden verbonden.

Op deze manier draagt Deel II bij aan de ontwikkeling van gevorderde competenties die van belang zijn voor de transitie naar duurzamere en veerkrachtigere systemen.

Hoofdstuk III: Nature-based Solutions voor klimaatverandering en biodiversiteit

Klimaatmitigatie door herstel van veengebieden

Veengebieden zijn waterverzadigde ecosystemen waarin organisch materiaal zich ophoopt tot veen. Hierdoor ontstaan dikke bodemlagen waarin grote hoeveelheden koolstof worden opgeslagen. Veengebieden ontwikkelen zich op plaatsen met een langdurig overschot aan water. Hoewel het oppervlak soms droog lijkt, blijft het onderliggende veen permanent verzadigd met water.

De vorming van veengebieden is afhankelijk van de wisselwerking tussen water, vegetatie en klimaat. Ze spelen een belangrijke rol bij het vasthouden van water, het reguleren van de waterhuishouding in het landschap en de langdurige opslag van koolstof. Doordat organisch materiaal onder zuurstofarme omstandigheden slechts langzaam afbreekt, blijft koolstof gedurende lange tijd opgeslagen.

Wanneer veengebieden worden ontwaterd, bijvoorbeeld voor bosbouw, daalt het grondwaterpeil en raken deze natuurlijke processen verstoord. Hierdoor neemt de afbraak van het veen toe, komt extra CO₂ (koolstofdioxide) vrij, nemen ecosysteemdiensten af en vermindert de biodiversiteit.

Een **Nature-based Solution** is het hydrologisch herstel van veengebieden. Hierbij worden natte omstandigheden opnieuw gecreëerd door afwateringssloten af te dammen en, indien nodig, bomen te verwijderen. Hierdoor kunnen natuurlijke processen zich herstellen en kunnen de belangrijkste functies van het veengebied, waaronder koolstofopslag, geleidelijk terugkeren. Hoewel een volledig herstel naar de oorspronkelijke situatie niet altijd mogelijk is, levert deze aanpak doorgaans aanzienlijke ecologische voordelen op.

Figuur 5: Veengebied vóór en na herstel²⁷



Toelichting. In een ontwaterd veengebied (links) overheerst bosvegetatie en is het oppervlakkige veen afgebroken tot donkerbruine humus als gevolg van aerobe afbraakprocessen. Tien jaar na het herstel (rechts) vormt zich opnieuw een bovenlaag van veenmos boven op de veenlaag die tijdens de ontwatering was aangetast (zie pijl). Dit nieuwe veenmos kan opnieuw koolstof vastleggen, terwijl de afbraak van de onderliggende oude veenlaag wordt vertraagd doordat er weer zuurstofarme omstandigheden ontstaan.

Klimaatbestendige plantmaterialen voor gezonde bosccosystemen en klimaatmitigatie

Bosccosystemen vervullen een belangrijke multifunctionele rol. Zij slaan koolstof op, reguleren het klimaat en de water- en nutriëntenkringlopen, ondersteunen de biodiversiteit en leveren grondstoffen én maatschappelijke waarde. Klimaatverandering vormt echter een steeds grotere bedreiging voor deze ecosystemen. Door stijgende temperaturen neemt de kans toe op bossterfte, afnemende groei en veranderingen in de soortensamenstelling. Veel dominante boomsoorten worden hierdoor kwetsbaarder. Dat onderstreept de noodzaak van veerkrachtigere bossen en plantmateriaal dat beter bestand is tegen veranderende milieumomstandigheden.

Een **Nature-based Solution** is het ontwikkelen en toepassen van klimaatbestendig plantmateriaal via geavanceerde veredelingsprogramma's voor bomen. Deze aanpak combineert fundamenteel onderzoek, genetische studies, veldexperimenten en bosbeheer om boomsoorten te ontwikkelen die beter bestand zijn tegen droogte, ziekten, plagen en temperatuurveranderingen.

Binnen beroepsopleidingen is dit onderwerp vooral relevant voor sectoren zoals bosbouw, boomkwekerij, groenbeheer, natuurbeheer en landschapsbeheer. Het selecteren van klimaatbestendige jonge bomen, het ondersteunen van herbebossingsprojecten, het monitoren van de gezondheid van bomen en het toepassen van duurzaam bosbeheer dragen allemaal rechtstreeks bij aan klimaatadaptatie en het behoud van biodiversiteit.

²⁷ Bron: University of Eastern Finland

Beheersing van invasieve uitheemse soorten

Invasieve uitheemse soorten zijn planten, dieren of andere organismen die door menselijk handelen buiten hun oorspronkelijke verspreidingsgebied terechtkomen, zich daar vestigen en zich vervolgens verspreiden. Daarbij kunnen zij schade veroorzaken aan biodiversiteit, ecosystemen en het menselijk welzijn.

Zij maken deel uit van het bredere proces van biologische invasie, waarbij soorten zowel bewust als onbedoeld worden geïntroduceerd. Wereldwijd neemt het aantal invasieve uitheemse soorten nog steeds toe.

Hoewel de effecten verschillen per soort en per gebied, worden invasieve uitheemse soorten tegenwoordig beschouwd als een van de belangrijkste mondiale oorzaken van ecologische verandering. Zij verstoren ecosystemen, dragen bij aan het verdwijnen van inheemse soorten en hebben daarnaast aanzienlijke economische, maatschappelijke en gezondheidkundige gevolgen. Ook kunnen zij een rol spelen bij de verspreiding van ziekten. Ondanks bestaande wet- en regelgeving blijken de huidige maatregelen vaak onvoldoende om hun verspreiding effectief te beheersen.

Preventie is de meest effectieve strategie tegen invasieve uitheemse soorten. Daarnaast kunnen uitroeiing, beheersing en het beperken van verdere verspreiding belangrijke maatregelen zijn. Nieuwe technologieën, zoals digitale monitoring, biotechnologie en datagedreven analyses, bieden hierbij steeds meer mogelijkheden.

Ook **Nature-based Solutions** kunnen een belangrijke bijdrage leveren, bijvoorbeeld door innovatieve technieken te combineren met actieve betrokkenheid van burgers, zoals **citizen science-projecten**. Een succesvolle aanpak vraagt bovendien om goede risicoanalyses, samenwerking tussen overheden en organisaties, een groter maatschappelijk bewustzijn en een combinatie van onderzoek, monitoring en praktische maatregelen.

Een voorbeeld hiervan is de Finse app **Crowdsorsa**, waarmee burgers, scholen en lokale gemeenschappen invasieve uitheemse soorten kunnen registreren en monitoren. Door vroegtijdige signalering en het verzamelen van locatiegebonden waarnemingen draagt de app bij aan het behoud van biodiversiteit, terwijl tegelijkertijd het milieubewustzijn en de betrokkenheid van burgers worden vergroot.

Figuur 6: Beheersing van invasieve uitheemse soorten²⁸



Hoewel invasieve uitheemse soorten algemeen worden erkend als een belangrijke bedreiging voor biodiversiteit en het functioneren van ecosystemen, verschillen hun effecten per ecologische en maatschappelijke context. Besluiten over preventie, beheersing of uitroeiing vereisen daarom steeds een zorgvuldige afweging van ecologische, economische en sociale aspecten, waaronder de kosten, de uitvoerbaarheid, het maatschappelijk draagvlak en de mogelijke gevolgen voor andere soorten en ecosysteemfuncties.

Inzicht in deze complexiteit ondersteunt beter onderbouwde en evenwichtige beslissingen op het gebied van natuur- en milieubeheer.

Discussievragen

De onderstaande discussievragen richten zich op milieurisico's en de rol van **Nature-based Solutions (NBS)** bij het beperken van deze risico's. Ze kunnen door de docent worden gebruikt om studenten te begeleiden bij gezamenlijke discussies en reflecties over klimaatverandering, ecosysteemherstel en duurzaam risicobeheer.

- Waarom zijn gezonde ecosystemen belangrijk voor het beperken van milieurisico's?
- Hoe kan het herstel van veengebieden bijdragen aan klimaatmitigatie en biodiversiteit?
- Welke rol kunnen klimaatbestendige bossen spelen in een veranderend klimaat?
- Waarom is het voorkomen van invasieve uitheemse soorten vaak effectiever dan bestrijding achteraf?
- Welke rol kunnen burgers, bedrijven en overheden spelen bij het voorkomen en beperken van milieurisico's?

²⁸ AI-gegenereerde afbeelding

Voorgestelde leeractiviteiten

Wandelpedagogische activiteit – "Veerkrachtige ecosystemen herkennen"

Beschrijving: Deze activiteit helpt studenten te observeren hoe natuurlijke ecosystemen bijdragen aan het beperken van milieurisico's en welke kenmerken wijzen op een gezond en veerkrachtig ecosysteem.

Studenten bezoeken een bos, natuurgebied, park of ander groen gebied en onderzoeken kenmerken die bijdragen aan de weerbaarheid van het ecosysteem. Daarbij letten zij onder andere op variatie in vegetatie, de aanwezigheid van dood hout, waterhuishouding, bodemgesteldheid, natuurlijke verjonging en de diversiteit aan plant- en diersoorten.

Tijdens de wandeling bespreken studenten hoe deze kenmerken kunnen bijdragen aan klimaatadaptatie, waterberging, koolstofopslag en biodiversiteit. Zij vergelijken tevens locaties waar natuurlijke processen grotendeels hun gang kunnen gaan met gebieden die intensief worden beheerd.

De activiteit wordt afgesloten met een gezamenlijke reflectie over de vraag hoe natuurbeheer kan bijdragen aan het verminderen van milieurisico's op de lange termijn.

Aanbevolen duur: 85 minuten

- Introductie en observatieopdracht: 10 minuten
- Verkenning van het gebied: 50 minuten
- Vastleggen van observaties: 10 minuten
- Reflectie en groepsdiscussie: 15 minuten

Aanbevolen groepsgrootte: 10–30 studenten, werkend in groepen van 3–5.

Mogelijke leerresultaten:

GreenComp-competenties – Versterken van de natuur (1.3); Systeemdenken (2.1); Probleemdefiniëring (2.3); Toekomstgericht denken (3.1); Aanpassingsvermogen (3.2).

ESCO Green Skills – ecosysteemfuncties observeren; natuurbeheer begrijpen; klimaatadaptatie bespreken; biodiversiteit beschermen; milieueffecten beoordelen.

ESCO Transversal Skills – kritisch observeren; analytisch denken; systeemdenken; ruimtelijke informatie verwerken; problemen herkennen; kritisch denken; nieuwsgierigheid tonen; nauwkeurig werken; samenwerken; feiten rapporteren; openstaan voor nieuwe inzichten.

Challenge-based activiteit– "Ontwikkel een klimaatadaptatieplan"

Beschrijving: Deze activiteit laat studenten onderzoeken hoe Nature-based Solutions kunnen worden ingezet om een lokaal milieurisico te verminderen.

Elke groep kiest of krijgt een praktijkcasus toegewezen, bijvoorbeeld:

- een wijk met wateroverlast;
- een natuurgebied dat verdroogt;
- een bos dat kwetsbaar is voor droogte;
- een landbouwgebied met bodemdegradatie;

- een gebied waar invasieve uitheemse soorten zich snel verspreiden.

Studenten analyseren eerst de oorzaken van het probleem. Vervolgens ontwikkelen zij een klimaatadaptatieplan waarin meerdere Nature-based Solutions worden gecombineerd.

Bij het ontwerp houden zij rekening met:

- ecologische effecten;
- uitvoerbaarheid;
- kosten;
- beheer op lange termijn;
- belangen van verschillende stakeholders;
- mogelijke risico's of ongewenste neveneffecten.

Iedere groep presenteert haar voorstel, waarna de verschillende oplossingen gezamenlijk worden besproken en vergeleken.

Aanbevolen duur: 100 minuten

- Introductie van de casus: 15 minuten
- Probleemanalyse: 20 minuten
- Ontwikkelen van het adaptatieplan: 40 minuten
- Presentaties: 15 minuten
- Reflectie: 10 minuten

Aanbevolen groepsgrootte: 10–25 studenten, werkend in groepen van 3–5.

Mogelijke leerresultaten:

GreenComp-competenties – Systeemdenken (2.1); Probleemdefiniëring (2.3); Toekomstgericht denken (3.1); Aanpassingsvermogen (3.2); Verkennend denken (3.3); Collectief handelen (4.2).

ESCO Green Skills – klimaatadaptatie ondersteunen; milieubeheer; ecosysteemdiensten beoordelen; duurzame technologieën bespreken; biodiversiteit beschermen; natuurlijke hulpbronnen beheren.

ESCO Transversal Skills – analytisch denken; kritisch denken; samenwerken; plannen; beslissingen nemen; problemen oplossen; creatief denken; informatie organiseren; presenteren; actief deelnemen aan maatschappelijke vraagstukken.

Hands-on activiteit – "Water vasthouden of afvoeren?"

Beschrijving: Deze activiteit laat studenten ervaren hoe verschillende bodemtypen en vegetatie invloed hebben op waterberging en afstroming.

Studenten bouwen verschillende kleine proefopstellingen met bakken of goten waarin uiteenlopende bodemtypen worden aangebracht, bijvoorbeeld:

- kale grond;
- met gras begroeide bodem;
- bodem bedekt met bladeren;

- bodem met mos;
- grind;
- zand.

Iedere opstelling krijgt dezelfde hoeveelheid water toegediend. Studenten meten vervolgens:

- de snelheid waarmee water infiltreert;
- de hoeveelheid afstromend water;
- de hoeveelheid achterblijvend water;
- eventuele bodemerosie.

Na afloop vergelijken de groepen hun resultaten.

Tijdens de reflectie bespreken studenten hoe deze eenvoudige experimenten inzicht geven in de werking van **Nature-based Solutions**, zoals regenwaterbuffers, wadi's, groene daken, natuurvriendelijke oevers en herstelde wetlands.

Aanbevolen duur: 70 minuten

- Introductie: 10 minuten
- Opbouwen van de proefopstellingen: 15 minuten
- Experiment uitvoeren: 25 minuten
- Vergelijken van resultaten: 10 minuten
- Reflectie: 10 minuten

Aanbevolen groepsgrootte: 10–24 studenten, werkend in groepen van 2–4.

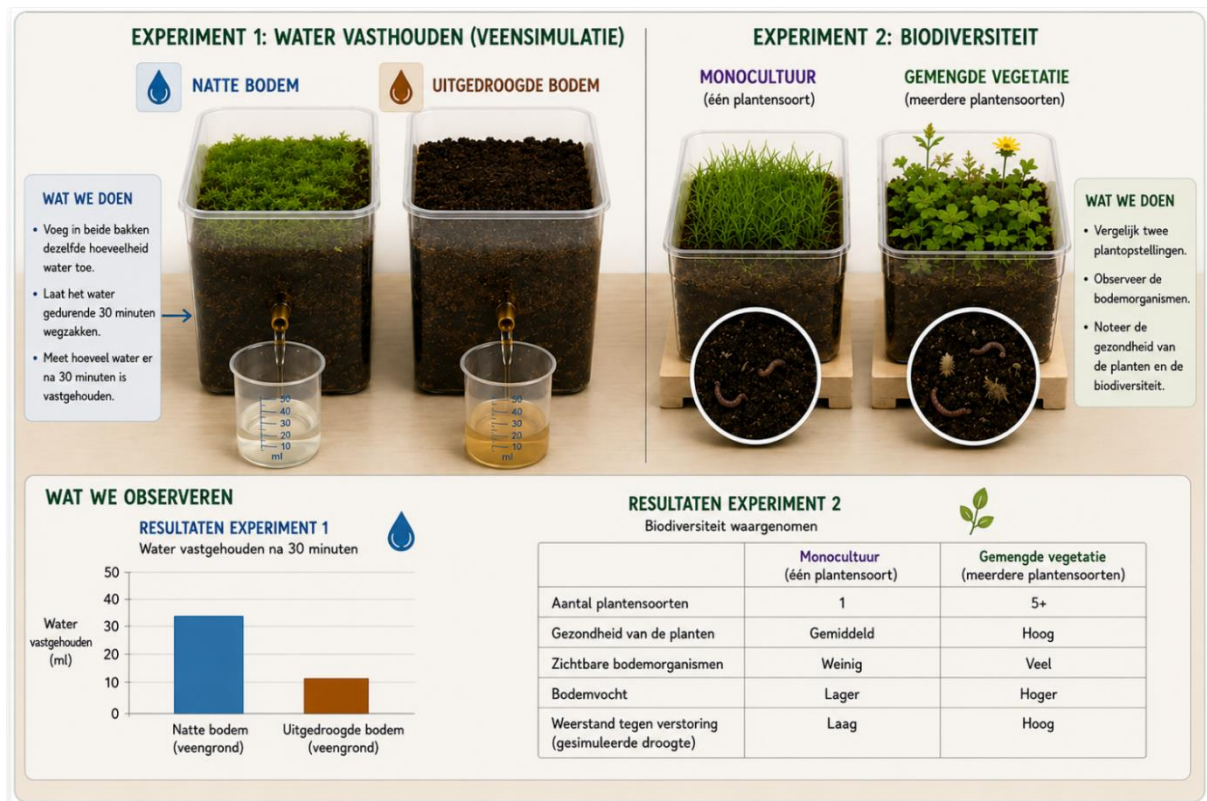
Mogelijke leerresultaten:

GreenComp-competenties – Systeendenken (2.1); Aanpassingsvermogen (3.2); Verkennend denken (3.3).

ESCO Green Skills – hydrologische processen begrijpen; milieugegevens analyseren; klimaatverandering begrijpen; ecosysteemdiensten beoordelen.

ESCO Transversal Skills – waarnemen; meten; analyseren; berekeningen uitvoeren; kritisch denken; samenwerken; nauwkeurig werken; feiten rapporteren; apparatuur zorgvuldig gebruiken; problemen oplossen; nieuwsgierigheid tonen.

Figuur 7: Example of an Ecosystem Resilience Testing Activity²⁹



²⁹ AI-gegenereerde afbeelding

Bronnen

- Frolking, S., Roulet, N., & Fuglestad, J. (2006). How northern peatlands influence the Earth's radiative budget: Sustained methane emission versus sustained carbon sequestration. *Journal of Geophysical Research*, 111, G01008. <https://doi.org/10.1029/2005JG000091>
- Gauthier, S., Bernier, P., Kuuluvainen, T., Shvidenko, A. Z., & Schepaschenko, D. G. (2015). Boreal forest health and global change. *Science*, 349(6250), 819-822. <https://doi.org/10.1126/science.aaa9092>
- IPBES (2023). Summary for Policymakers of the Thematic Assessment Report on Invasive Alien Species and their Control of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services Secretariat. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7430692>
- Laine, A. M., Ojanen, P., Lindroos, T., Koponen, K., Maanavilja, L., Lampela, M., Turunen, J., Minkkinen, K., & Tolvanen, A. (2024). Climate change mitigation potential of restoration of boreal peatlands drained for forestry can be adjusted by site selection and restoration measures. *Restoration Ecology*, 32, e14213. <https://doi.org/10.1111/rec.14213>
- Leifeld, J., & Menichetti, L. (2018). The underappreciated potential of peatlands in global climate change mitigation strategies. *Nature Communications*, 9(1071). <https://doi.org/10.1038/s41467-018-03406-6>
- Oksanen, E. (2021). Birch as model system for acclimation and adaptation of northern forest ecosystem to changing environment. *Frontiers in Forests and Global Change*, 10. <http://dx.doi.org/10.3389/ffgc.2021.682512>
- Reich, P. B., Bermudez, R., Montgomery, R. A., Rich, R. L., Rice, K. E., Hobbie, S. E., & Stefanski, A. (2022). Even modest climate change may lead to major transitions in boreal forests. *Nature*, 608(7923), 540-545. <https://doi.org/10.1038/s41586-022-05076-3>
- Salemaa, M., Hotanen, J-P., Oksanen, J., Tonteri, T., & Merilä, P. (2023). Broadleaved trees enhance biodiversity of the understorey vegetation in boreal forests. *Forest Ecology and Management*, 546(121357). <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2023.121357>
- Salojärvi, J., Smolander, O-P., Nieminen, K., Rajaraman, S., Safronov, O., Safdari, P., Lamminmäki, A., Immanen, J., Lan, T., Tanskanen, J., Rastas, P., Amiryousefi, A., Jayaprakash, B., Kammonen, J. I., Hagqvist, R., Eswaran, G., Ahonen, V. H., Serra, J. A., Asiegbu, F. O. (...), Kangasjärvi, J. (2017). Genome Sequencing and Population Genomic Analyses Provide Insights into the Adaptive Landscape of Silver Birch. *Nature Genetics*, 49, 904-912. <https://doi.org/10.1038/ng.3862>

Hoofdstuk IV: Voedselproductie

De landbouw is wereldwijd een van de belangrijkste oorzaken van biodiversiteitsverlies. Dit komt onder meer door veranderingen in landgebruik, versnippering van leefgebieden en vervuiling van bodem, water en lucht. Hoewel landbouwsystemen sterk verschillen in omvang, werkwijze en ecologische impact, heeft vooral de intensivering van de moderne landbouw bijgedragen aan de afname van biodiversiteit.

Naast klimaatverandering vormen vooral **bodemdegradatie, verlies en versnippering van leefgebieden, vervuiling** en **duurzaam waterbeheer** de grootste uitdagingen. Deze ontwikkelingen verminderen het vermogen van ecosystemen om essentiële ecosysteemdiensten te leveren, zoals vruchtbare bodems, schoon water, bestuiving en natuurlijke plaagbestrijding. Daarmee komen zowel de voedselzekerheid als de kwaliteit van onze leefomgeving onder druk te staan.

Een transitie naar landbouwsystemen die biodiversiteit ondersteunen is daarom essentieel voor het behoud van gezonde ecosystemen én voor een toekomstbestendig voedselsysteem. Hoewel uitdagingen zoals bodemdegradatie en de afname van bestuivende insecten groot zijn, laten oplossingen zoals **agro-ecologie** — het toepassen van ecologische principes bij het ontwerpen en beheren van duurzame landbouwsystemen — zien dat voedselproductie en biodiversiteit goed samengaan.

Ook **rewilding**, een vorm van natuurherstel waarbij natuurlijke processen zoveel mogelijk worden hersteld en menselijke ingrepen worden beperkt, kan hieraan bijdragen. Denk bijvoorbeeld aan extensieve begrazing in combinatie met herstel van leefgebieden, waarbij biodiversiteit wordt vergroot zonder de landbouwfunctie volledig los te laten.

Binnen het beroepsonderwijs vertalen deze principes zich naar dagelijkse werkzaamheden in de landbouw, tuinbouw en het groenbeheer. Voorbeelden zijn duurzaam graslandbeheer, regeneratieve landbouw, het behoud van wilde verwanten van cultuurgewassen (*Crop Wild Relatives – CWR*) en duurzaam beheer van voedselreststromen, bijvoorbeeld door compostering.

Graslanden als basis voor biodiversiteit

Permanente graslanden behoren tot de landbouwsystemen met de hoogste biodiversiteit. Zij bieden leefgebied aan een grote verscheidenheid aan planten, insecten, vogels en bodemorganismen. De biodiversiteit neemt echter sterk af wanneer graslanden intensief worden bemest, zwaar worden begraasd of zeer frequent worden gemaaid.

Ook **tijdelijke graslanden**, die regelmatig opnieuw worden ingezaaid met één of meerdere grassoorten of gras-klavermengsels, bevatten doorgaans minder biodiversiteit dan permanent beheerde graslanden. Toch spelen zij een belangrijke rol binnen onder meer de melkveehouderij en de biologische akkerbouw.

Door de lange gezamenlijke ontwikkeling van inheemse grote grazers en planten heeft begrazing door landbouwhuisdieren vaak een positief effect op de biodiversiteit van graslanden. Daarom wordt extensieve begrazing tegenwoordig ook veel toegepast als instrument voor natuurbeheer.

Naarmate de beheerintensiteit toeneemt — bijvoorbeeld door zwaardere bemesting, hogere begrazingsdruk of vaker maaien — neemt de biodiversiteit doorgaans af.

Ook binnen intensief gebruikte graslanden kan biodiversiteit worden vergroot door **niet-productieve graslandranden** aan te leggen. Deze stroken vormen een belangrijk leefgebied voor onder andere hommels, kevers, spinnen en andere ongewervelde dieren. Langs waterlopen functioneren zij bovendien als bufferzones die bijdragen aan de bescherming van de waterkwaliteit.

Het herstel van halfnatuurlijke graslanden gebeurt vaak door het inzaaien van soortenrijke mengsels of door vers gemaaid hooi uit soortenrijke donorgraslanden te verspreiden. Ook begrazing kan hierbij een rol spelen, doordat grazende dieren zaden van inheemse plantensoorten over grotere afstanden verspreiden.

De meest effectieve aanpak bestaat vaak uit een **mozaïeklandschap**, waarin intensief gebruikte percelen worden gecombineerd met extensief beheerde graslanden, natuurstroken en inheemse vegetatie. Hierdoor ontstaat zowel ruimte voor voedselproductie als voor biodiversiteit.

Figuur 8: Voorbeelden van niet-productieve graslandranden



Toelichting. Voorbeeld van een ongemaaide refugestrook in een grasland (links; foto: Jean-Yves Humbert) en een gedeeltelijk afgerasterde graslandrand langs een watergang die de biodiversiteit ondersteunt (rechts; foto: Irina Herzon).

Regeneratieve landbouw

Regeneratieve landbouw maakt optimaal gebruik van natuurlijke processen en bootst natuurlijke kringlopen zoveel mogelijk na. Daarbij staan fotosynthese, koolstofvastlegging, nutriëntenkringlopen, waterkringlopen en bestuiving centraal. Landbouw wordt daarmee niet langer gezien als een systeem dat natuurlijke hulpbronnen uitput, maar als een systeem dat zichzelf voortdurend kan herstellen en vernieuwen.

Deze omslag draagt bij aan een betere bodemkwaliteit, herstel van ecosystemen en het aanpakken van mondiale uitdagingen zoals klimaatverandering en biodiversiteitsverlies. Daarmee biedt regeneratieve landbouw een duurzaam perspectief voor de voedselproductie van de toekomst.

Een succesvolle toepassing vraagt om nauwe samenwerking tussen agrariërs, onderzoekers, beleidsmakers en andere betrokken partijen.

Tabel 2: Voorbeelden van regeneratieve landbouwpraktijken

Regeneratieve landbouwpraktijken
Houd de bodem het hele jaar bedekt (vanggewassen en onderzaai, grassen, wintergranen)
Beperk grondbewerking en pas deze op het juiste moment toe
Gebruik organische meststoffen en preventieve gewasbeschermingsmethoden
Hanteer diverse gewasrotaties (een grotere diversiteit aan plantensoorten is gunstig)
Vergroot het aandeel meerjarige planten
Pas agroforestry toe om koolstofvastlegging en biodiversiteit te bevorderen (windsingels op ak kers kunnen bijvoorbeeld bestuivers en natuurlijke plaagbestrijding ondersteunen)
Voeg biochar toe aan akkers
Pas koolstoflandbouw toe op veengebieden (door meerjarige grassen te bevorderen)

Behoud van wilde verwanten van cultuurgewassen (Crop Wild Relatives – CWR)

Wilde verwanten van cultuurgewassen (*Crop Wild Relatives*, CWR) zijn wilde plantensoorten die nauw verwant zijn aan onze landbouwgewassen. Zij vormen een waardevolle bron van genetische diversiteit en bezitten vaak eigenschappen die gewassen beter bestand maken tegen droogte, ziekten, plagen en andere omgevingsstress.

De moderne landbouw maakt echter gebruik van een relatief klein aantal hoogproductieve rassen. Hierdoor is de genetische diversiteit van veel gewassen sterk afgenomen. Traditionele, lokaal aangepaste rassen zijn op veel plaatsen vervangen door uniforme variëteiten. Hoewel deze vaak een hoge opbrengst leveren, zijn zij doorgaans gevoeliger voor klimaatverandering, extreme weersomstandigheden, bodemdegradatie en ziekten.

Het behoud van **Crop Wild Relatives (CWR)** is daarom uitgegroeid tot een internationale prioriteit. Hiervoor is nauwe samenwerking nodig tussen terreinbeheerders, onderzoekers, overheden, landbouworganisaties en andere maatschappelijke partners.

Behoud kan plaatsvinden **in situ** (in de natuurlijke leefomgeving) of **ex situ** (buiten de natuurlijke leefomgeving, bijvoorbeeld in genenbanken of botanische tuinen).

Bij **in situ-behoud** is een zorgvuldig beheer van het leefgebied essentieel. Zo kunnen beschutte hellingen noodzakelijk zijn om gevoelige plantensoorten tegen koude wind te beschermen. Ook het vergroten van landschappelijke variatie en het creëren van verschillende ecologische niches draagt bij aan het behoud van veel plantensoorten.

Dood hout speelt een belangrijke rol doordat het bodemorganismen ondersteunt en zorgt voor een stabielere bodemtemperatuur en vochtbalans. Daarnaast wordt het verwijderen van invasieve uitheemse soorten steeds belangrijker, zeker in een warmer klimaat. Tot slot is een goede verbinding

tussen leefgebieden essentieel om genetische uitwisseling tussen populaties mogelijk te maken en genetische diversiteit in stand te houden.

Bij **ex situ-behoud** worden soorten veiliggesteld buiten hun natuurlijke leefgebied. De meest bekende voorbeelden zijn genenbanken en botanische tuinen, waar zaden en levende planten langdurig worden bewaard voor toekomstig onderzoek, veredeling en natuurherstel.

Tabel 3: Vergelijking van in-situ- en ex-situ-(natuur)behoud

Vergelijkingsaspecten	In situ-(natuur)behoud	Ex situ-(natuur)behoud
Waar?	In natuurlijke leefgebieden	Buiten natuurlijke leefgebieden
Doel	Soorten en hun ecosystemen beschermen	Genetisch materiaal behouden
Voorbeelden	Habitatbeheer, ecologische corridors, bestrijding van invasieve soorten	Zaadbanken, botanische tuinen
Belangrijkste voordeel	Behoudt natuurlijke ecologische processen en genetische aanpassing	Biedt langdurige opslag van genetisch materiaal en ondersteunt onderzoek en veredeling

Voedselverspilling en voedselreststromen

Voedselverspilling is wereldwijd een van de grootste uitdagingen binnen het voedselsysteem. Jaarlijks gaat een aanzienlijk deel van al het geproduceerde voedsel verloren of wordt weggegooid, terwijl de productie ervan veel grondstoffen, energie en water heeft gekost. Hierdoor gaan niet alleen waardevolle voedingsmiddelen verloren, maar neemt ook de druk op biodiversiteit, ecosystemen en natuurlijke hulpbronnen toe.

Voedselverlies kan in iedere schakel van de voedselketen optreden: tijdens de productie, opslag, verwerking, distributie, verkoop en consumptie. De oorzaken lopen uiteen van inefficiënte logistiek en onvoldoende opslagmogelijkheden tot overproductie, kwaliteitsnormen en consumentengedrag.

Nature-based Solutions (NBS) kunnen bijdragen aan het verminderen van voedselverspilling door natuurlijke kringlopen zoveel mogelijk te sluiten. Organische reststromen kunnen bijvoorbeeld worden gecomposteerd, waardoor waardevolle voedingsstoffen terugkeren naar de bodem. Hierdoor neemt de behoefte aan kunstmest af en wordt tegelijkertijd de bodemstructuur verbeterd.

Ook biologische vergisting vormt een belangrijke toepassing. Hierbij worden organische reststromen omgezet in biogas en een nutriëntrijk restproduct dat opnieuw als bodemverbeteraar kan worden gebruikt. Op deze manier worden afvalstromen omgevormd tot waardevolle grondstoffen.

Daarnaast spelen duurzame consumptiepatronen een belangrijke rol. Bewust inkopen, betere voedselplanning, hergebruik van voedseloverschotten en het verkorten van voedselketens kunnen de hoeveelheid voedselafval aanzienlijk verminderen.

Binnen beroepsopleidingen kunnen studenten kennismaken met verschillende methoden om voedselverspilling terug te dringen, zoals composteren, circulaire landbouw, reststroomverwerking en

duurzaam voorraadbeheer. Hiermee ontwikkelen zij praktische vaardigheden die bijdragen aan een duurzamer voedselsysteem.

Figuur 9: Voorbeelden van compost technieken³⁰



FoodCycler tafelbladcomposter



Algemene tuincomposter



Black&Decker tuimelcomposter



Modulaire houten tuincomposter

Noot. Voorbeelden van kleinschalige composteersystemen die geschikt zijn voor huishoudens, scholen en gemeenschapstuinen. Dergelijke systemen illustreren hoe organisch afval lokaal kan worden omgezet in voedselrijke compost

Discussievragen

De onderstaande discussievragen helpen studenten na te denken over de relatie tussen voedselproductie, biodiversiteit en duurzame landbouw.

- Waarom is biodiversiteit belangrijk voor een duurzaam voedselsysteem?
- Welke voordelen biedt regeneratieve landbouw ten opzichte van meer intensieve landbouwsystemen?
- Waarom is het behoud van wilde verwanten van cultuurgewassen belangrijk voor de voedselproductie van de toekomst?
- Welke maatregelen kunnen boeren, consumenten en overheden nemen om voedselverspilling te verminderen?
- Hoe kunnen Nature-based Solutions bijdragen aan een toekomstbestendige landbouw?

³⁰ Top left: <https://foodcycler.com/>; Top right: <https://www.familyhandyman.com/article/what-i-wish-i-knew-before-starting-a-compost-bin/>; Bottom left: <https://www.blackanddecker.com/products/bdstga9701>; Bottom right: <https://www.compostmagazine.com/three-bin-composting-system/>

Voorgestelde leeractiviteiten

Wandelpedagogische activiteit – “Agro-ecosystemen verkennen”

Beschrijving: Deze activiteit heeft tot doel leerlingen te laten observeren hoe voedselproductielandschappen de biodiversiteit, ecosystemische functies en klimaatbestendigheid kunnen ondersteunen of beperken. Leerlingen bezoeken een boerderij, grasland, (stedelijke) gemeenschapstuin of een ander voedselproductielandschap om te observeren hoe agrarische beheervormen de biodiversiteit en ecosystemische functies beïnvloeden. Tijdens de wandeling identificeren leerlingen elementen zoals habitats voor bestuivers, akkerranden, gewasdiversiteit, bodembedekking, begrazingssystemen, etc.

Leerlingen reflecteren op hoe agrarische systemen een balans kunnen vinden tussen voedselproductie, behoud van biodiversiteit en klimaatbestendigheid. Waar samenwerking met boerderijen of landbouwlandschappen beperkt is, kunnen docenten gebruikmaken van schooltuinen, openbare parken, gemeenschapstuinen, volkstuinten of virtuele veldbezoeken om vergelijkbare concepten te verkennen.

Aanbevolen duur: 85 minuten

- Introductie en focus voor observatie: 10 min
- Veldbezoek of locatieverkenning: 50 min
- Vastleggen van agro-ecologische kenmerken: 10 min
- Groepsreflectie en discussie: 15 min

Aanbevolen groepsgrootte: 10–30 studenten, individueel of in groepen van 3–5.

Mogelijke leerresultaten:

GreenComp-competenties – Eerlijkheid bevorderen (1.2); De natuur bevorderen (1.3); Probleemformulering (2.3); Toekomstgeletterdheid (3.1); Aanpassingsvermogen (3.2); Verkennend denken (3.3); Politiek handelen (4.1); Collectieve actie (4.2).

ESCO Green Skills – Het concept agro-ecologie begrijpen; Klimaatslimme landbouw bespreken; Ecologische principes vergelijken; Principes van gewasproductie identificeren; Principes van duurzame landbouwproductie beschrijven; Manieren toepassen om biodiversiteit en dierenwelzijn te bevorderen; Natuurlijke hulpbronnen behouden.

ESCO Transversale Vaardigheden – Kritisch observeren; Kritisch denken; Analytisch denken; Ruimtelijke informatie verwerken; Kennis van wetenschap, technologie en techniek toepassen; Milieu-impact van persoonlijk gedrag evalueren; Problemen identificeren; Feiten Rapporteren; Oog voor detail hebben; Nieuwsgierigheid tonen; Een open houding behouden; Holistisch denken; Actief deelnemen aan het maatschappelijk leven; Jezelf creatief uiten; Informatie, objecten en middelen organiseren; Samenwerken in teams; Besluiten nemen.

Challenge-based activiteit – Ontwerp een biodiversiteitsvriendelijk landbouwbedrijf

Beschrijving: Deze activiteit heeft tot doel leerlingen principes van agro-ecologie en regeneratieve landbouw te laten toepassen om een voedselproductiegebied of lokaal voedselsysteem te herontwerpen.

Leerlingen werken in groepen aan het herontwerpen van een boerderij, voedselproductiegebied of lokaal voedselsysteem op basis van principes van regeneratieve landbouw en agro-ecologie. Hun voorstellen kunnen maatregelen omvatten zoals gewasdiversificatie, ondersteuning van bestuivers, vermindering van voedselverspilling, etc. Leerlingen kunnen hun ontwerpen presenteren via kaarten, posters of diagrammen.

Deze activiteit richt zich uitsluitend op conceptuele planning en ontwerp, niet op de uitvoering. Na het presenteren van hun ontwerpen reflecteren leerlingen op hoe verschillende strategieën bijdragen aan biodiversiteit, voedselproductie, afvalvermindering en duurzaamheid op de lange termijn, waarbij ze ook oog hebben voor mogelijke compromissen en keerzijden (trade-offs).

Aanbevolen duur: 110 minuten

- Introductie tot de ontwerpuitdaging: 10 min
- Groepsanalyse van het bestaande voedselsysteem of de locatie: 20 min
- Ontwikkeling van biodiversiteitsvriendelijke strategieën: 30 min
- Maken van kaart, poster of diagram: 30 min
- Presentaties en reflectie: 20 min

Aanbevolen groepsgrootte: 10–30 leerlingen, werkend in groepen van 3–5.

Mogelijke leeruitkomsten:

GreenComp-competenties - Eerlijkheid bevorderen (1.2); De natuur bevorderen (1.3); Systeemdenken (2.1); Probleemformulering (2.3); Toekomstgeletterdheid (3.1); Aanpassingsvermogen (3.2); Verkennend denken (3.3); Politiek handelen (4.1).

ESCO Green Skills – Het concept agro-ecologie begrijpen; ‘Climate Smart’ landbouw bespreken; Voedselethiek begrijpen; Zorgen voor verantwoorde inkoop in voedselketens; Ethisch eten promoten; Manieren toepassen om de negatieve impact van consumptie te verminderen; Principes van duurzame landbouwproductie beschrijven.

ESCO Transversale Vaardigheden – Problemen identificeren; Kritisch denken; Analytisch denken; Holistisch denken; Problemen oplossen; Plannen; Besluiten nemen; Milieu-impact van persoonlijk gedrag evalueren; Kennis van wetenschap, technologie en techniek toepassen; Jezelf creatief uiten; Innovatief denken; Nieuwsgierigheid tonen; Een open houding behouden; Samenwerken in teams; Teamgeest opbouwen; Een publiek toespreken; Een discussie leiden; Actief deelnemen aan het maatschappelijk leven; Informatie, objecten en middelen organiseren

Praktijkactiviteit – Gewasdiversiteit en zaadbehoud verkennen

Beschrijving: Deze activiteit heeft tot doel leerlingen inzicht te geven in de rol van gewasdiversiteit, wilde verwanten van gewassen en zaadbehoud bij het ondersteunen van toekomstige voedselzekerheid en klimaatadaptatie. Leerlingen verkennen het belang van gewasdiversiteit en -behoud via virtuele leeractiviteiten. Aan de hand van bronnen zoals de virtuele tour door de *Svalbard Global Seed Vault* (de grootste zadenbank ter wereld) of de virtuele tour door *Kew Gardens* (een botanische tuin bekend om zijn genetische plantendiversiteit), onderzoeken leerlingen de rol van wilde gewasverwanten, zadenbanken en genetische diversiteit voor de toekomstige voedselzekerheid en klimaatadaptatie. Om gestructureerd leren te ondersteunen, kunnen de virtuele tours worden aangevuld met reflectiewerkbladen of de discussievragen uit deze gids. Aanvullende praktische experimenten, zoals

kiemtesten met zaden, kunnen eventueel ook worden uitgevoerd. De activiteit wordt afgesloten met een reflectie op het belang van genetische diversiteit voor toekomstige voedselsystemen en hoe zadenbanken, botanische tuinen, boeren en gemeenschappen kunnen bijdragen aan het behoud ervan.

Aanbevolen tijdsduur: 75 minuten voor de virtuele activiteit; optionele uitbreiding met kiemtesten verspreid over meerdere dagen

- Introductie tot gewasdiversiteit en zaadbehoud: 10 min
- Virtuele tour of geleide verkenning van bronnen: 30 min
- Werkblad of geleide reflectievragen: 15 min
- Groepsdiscussie: 20 min
- Optionele opzet voor kiemtesten: extra 20–30 min, met vervolgobservaties over meerdere dagen

Aanbevolen groepsgrootte: 10–30 leerlingen, individueel werkend, in duo's of in kleine groepen van 3–4.

Mogelijke leeruitkomsten:

GreenComp-competenties – Eerlijkheid bevorderen (1.2); Systeemdenken (2.1); Toekomstgeletterdheid (3.1); Verkennend denken (3.3).

ESCO Green Skills – Plantensoorten categoriseren; Plantkunde interpreteren; Het concept agro-ecologie begrijpen; Natuurlijke hulpbronnen behouden; Biodiversiteit beschermen.

ESCO Transversale Vaardigheden – Kennis van wetenschap, technologie en techniek toepassen; Kritisch denken; Analytisch denken; Holistisch denken; Problemen identificeren; Problemen oplossen; Milieu-impact van persoonlijk gedrag evalueren; Nieuwsgierigheid tonen; Een open houding behouden; Informatie, objecten en middelen organiseren; Oog voor detail hebben.

Bronnen

- Ayilara, M., Olanrewaju, O., Babalola, O., & Odeyemi, O. (2020). Waste Management through Composting: Challenges and Potentials. *Sustainability*, 12(11). <https://doi.org/10.3390/su12114456>
- Carver, S., Convery, I., Hawkins, S., Beyers, R., Eagle, A., Kun, Z., Van Maanen, E., Cao, Y., Fisher, M., Edwards, S. R., Nelson, C., Gann, G. D., Shurter, S., Aguilar, K., Andrade, A., Ripple, W. J., Davis, J., Sinclair, A., Bekoff, M., (...), Soul'e, M. (2021). Guiding principles for rewilding. *Conservation Biology*, 35, 1882–1893. <https://doi.org/10.1111/cobi.13730>
- Gliessman, S. R., Engles, E., & Krieger, R. (1998). Agroecology: ecological processes in sustainable agriculture. CRC press.
- Iriondo, J. M., Magos Brehm, J., Dulloo, M. E., Maxted, N. (eds.). (2021). Crop Wild Relative Population Management Guidelines. Networking, partnerships and tools to enhance in situ conservation of European plant genetic resources. *Farmer's Pride*. <http://www.farmerspride.eu/>
- Khoury, C. K., Brush, S., Costich, D. E., Curry, H. A., de Haan, S., Engels, J. M. M., Guarino, L., Hoban, S., Mercer, K. L., Miller, A. J., Nabhan, G. P., Perales, H. R., Richards, C., Riggins, C. & Thormann, I. (2022). Crop genetic erosion: understanding and responding to loss of crop diversity. *New Phytologist*, 233, 84-118. <https://doi.org/10.1111/nph.17733>
- Pereira, L. S. (2017). Water, agriculture and food: Challenges and issues. *Water Resources Management*, 31, 2985–2999. <https://doi.org/10.1007/s11269-017-1664-z>
- Rehman M., Iqbal A., Chang C., Li W., & Ju M. (2019). Anaerobic digestion. *Water Environment Research*, 91(10). <https://doi.org/10.1002/wer.1219>
- Schils, R. L. M., Bufo, C., Rhymer, C. M., René L. M., Francksen, R. M, Klaus V. H., Abdalla, M., Milazzo, F., Lellei-Kovács, E., ten Berge, H., Bertora, C., Chodkiewicz, A., Dămătîrcă, C., Feigenwinter, I., Fernández-Rebollo, P., Ghiasi, S., Hejduk, S., Hiron, M., Janicka, M. (...). (2022). Permanent grasslands in Europe: Land use change and intensification decrease their multifunctionality. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 330. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2022.107891>
- Sädeharju, S., Malin, E., & Jääskeläinen, J. (2021). The E-college for Regenerative Farming. Chapter 1: Regenerative Farming & Chapter 2: Soil. *Baltic Sea Action Group*. <https://www.bsag.fi/en/the-e-college-for-regenerative-farming/>

Hoofdstuk V: Waterbeheer

Water is een cruciale hulpbron voor ecosystemen, de menselijke gezondheid en economische activiteiten, maar de kwaliteit en beschikbaarheid ervan staan steeds meer onder druk. Meer dan 70% van het oppervlaktewater en bijna 25% van het grondwater verkeert niet in een goede chemische toestand, wat leidt tot verlies van biodiversiteit en een verslechterde kwaliteit van drink- en zwemwater. Tegelijkertijd beïnvloeden stijgende temperaturen en veranderende neerslagpatronen de waterkwaliteit en -beschikbaarheid in heel Europa. Regio's in Zuid-Europa hebben te maken met frequente droogtes, terwijl Noord-Europa te kampen heeft met seizoensgebonden overstromingen, wat vraagt om adaptieve strategieën. Bovendien verstoren smeltende gletsjers en veranderde rivierdebieten ecosystemen, wat de dringende noodzaak van duurzame wateroplossingen onderstreept. Naast hun technische en ecologische functies worden oplossingen voor waterbeheer ook gevormd door bestuurlijke processen, belangen van belanghebbenden en beslissingen over de toewijzing van middelen, onderhoud en langetermijnplanning.

Biologische zuivering van afvalwater en regenwater is een *Nature-based Solution* die natuurlijke ecosystemen naloopt om vervuild water te zuiveren. Het pakt de uitdagingen aan die worden veroorzaakt door verstedelijking, industrialisatie en klimaatverandering. Dit kosteneffectieve proces verwijdert organisch materiaal uit water door gebruik te maken van micro-organismen om optimale bacteriële groei en substraatverwijdering te bereiken. Het speelt een vitale rol in duurzaam waterbeheer door de waterkwaliteit te verbeteren, de milieu-impact te minimaliseren en de biodiversiteit te beschermen. Daarnaast zijn **drinkwaterzuiveringsprocessen** essentieel omdat zelfs natuurlijke waterbronnen vaak onzuiverheden bevatten die aanzienlijke risico's vormen voor de gezondheid en veiligheid. Deze NBS maken gebruik van natuurlijke processen om water te filteren, te zuiveren en te beheren.

NBS voor biologische zuivering van afval- en regenwater

Een van de meest effectieve NBS voor biologische zuivering van afval- en regenwater zijn helofytenfilters (geconstrueerde moerassen), die vegetatie, bodem en micro-organismen gebruiken om voedingsstoffen, sedimenten en ziekteverwekkers te verwijderen. Andere veelgebruikte stedelijke oplossingen zijn wadi's / regentuinen, die overtollig hemelwater opvangen en filteren terwijl ze overstromingen verminderen en biodiversiteit ondersteunen, en **biofiltratiesystemen**, die gebruikmaken van poreuze media gekoloniseerd door micro-organismen om verontreinigende stoffen van wegen en verharde oppervlakken af te breken.

Aanvullende NBS zijn onder meer vegetatie-infiltratiestroken langs wegen (berminfiltratie), die wegwater infiltreren en filteren via beplante sleuven; waterdoorlatende (dorstige) verhardingen, die water door het oppervlak laten sijpelen en het grondwater aanvullen; en boomfiltratievoorzieningen langs straten, die regenwater naar de wortels van bomen leiden voor opname en natuurlijke filtratie. Samen verminderen deze systemen vervuiling, beperken ze overstromingen, verbeteren ze de waterkwaliteit en versterken ze de stedelijke biodiversiteit, terwijl ze kosteneffectieve en klimaatbestendige oplossingen voor waterbeheer bieden.

NBS voor drinkwaterzuivering

NBS voor drinkwaterzuivering omvatten natuurlijke coagulanten, zoals plantaardige stoffen (bijv. Moringa-zaden, cactus-slijmstoffen en zaadpoeder van de tamarinde). Deze worden gebruikt om zwevende deeltjes, bacteriën en andere verontreinigingen te verwijderen als biologisch afbreekbare en goedkope alternatieven voor synthetische chemicaliën. Methoden op basis van zonne-energie,

waaronder desinfectie en destillatie door de zon, maken gebruik van zonlicht en warmte om ziekteverwekkers onschadelijk te maken of water te laten verdampen en condenseren, wat veiliger drinkwater oplevert met minimale infrastructuur.

Andere oplossingen vertrouwen op natuurlijke filtratie en ecosystemische functies. Helofytenfilters gebruiken vegetatie, bodem en micro-organismen om voedingsstoffen, ziekteverwekkers en organisch materiaal uit het water te verwijderen. Oeverzones en beplante filterstroken zijn begroeide gebieden langs of nabij waterlichamen die afstromend water vertragen en sedimenten en verontreinigende stoffen opvangen voordat ze drinkwaterbronnen bereiken. Biofiltratiesystemen gebruiken zand, grind of andere poreuze media om micro-organismen te ondersteunen die verontreinigingen afbreken. Kunstmatige grondwateraanvulling verbetert de waterkwaliteit door oppervlaktewater te laten infiltreren en natuurlijk te laten filteren door bodem- en gesteentelagen. Ten slotte maken drijvende zuiveringseilanden gebruik van plantenwortels die in het water hangen om microbiële activiteit te ondersteunen en voedingsstoffen en verontreinigende stoffen te verwijderen.

Discussievragen

De volgende discussievragen richten zich op NBS in waterbeheer. Ze kunnen door de gespreksleider worden gebruikt om leerlingen te begeleiden bij gezamenlijke debatten en reflecties over verschillende voorbeelden van NBS in waterbeheer:

- Hoe verbeteren NBS zoals helofytenfilters, wadi's/regentuinen en biofiltratiesystemen de waterkwaliteit en verminderen ze overstromingen?
- Hoe kan stedenbouwkundig ontwerp (bijv. waterdoorlatende verharding, boominfiltratievoorzieningen) bijdragen aan duurzaam waterbeheer in steden?
- In hoeverre kunnen NBS toekomstige wateruitdagingen op het gebied van klimaatverandering aanpakken, en wanneer blijven technologische/technische oplossingen alsnog noodzakelijk?
- Wie zou verantwoordelijk moeten zijn voor de planning, financiering, uitvoering en het onderhoud van NBS voor waterbeheer, en hoe moeten de uiteenlopende belangen van belanghebbenden worden afgewogen?

Voorgestelde leeractiviteiten

Wandelpedagogische activiteit – Water Traceren

Beschrijving: Deze activiteit heeft tot doel leerlingen te laten begrijpen hoe water zich door de openbare ruimte beweegt en hoe NBS regenwater kunnen vasthouden, laten infiltreren, vertragen of omleiden. Leerlingen verkennen een openbare omgeving (bijv. de schoolomgeving, straten in de buurt, parken) om te traceren hoe water zich door het landschap beweegt. Ze identificeren hoe regenwater wordt beheerd op verschillende oppervlakken en infrastructuren, en ze zoeken naar NBS-elementen zoals wadi's, groendaken, waterdoorlatende verharding, etc.

Leerlingen vergelijken gebieden met een hoge mate van afstroming (verharde oppervlakken) met gebieden waar water wordt vastgehouden, geïnfiltreerd of vertraagd door natuurgebaseerde elementen. Waar mogelijk observeren ze zichtbare sporen van waterstress (bijv. overstromingssporen, droge bodems, erosie) en bespreken ze hoe ontwerp de waterstroom beïnvloedt. De documentatie vindt plaats via foto's, schetsen en eenvoudige kaarten.

De activiteit wordt afgesloten met een reflectie op hoe stedenbouwkundig ontwerp de waterstroom vormgeeft en hoe NBS afstroming, overstromingen, erosie en andere watergerelateerde risico's kunnen verminderen. Leerlingen kunnen in kleine groepen werken om hun bevindingen te presenteren via posters, korte video's die tijdens de wandeling zijn opgenomen, of eenvoudige visuele diagrammen die illustreren hoe water zich door het landschap beweegt en hoe NBS bijdragen aan watervasthouding, infiltratie en overstromingsbeperking.

Aanbevolen tijdsduur: 85 minuten (extra 60 minuten als leerlingen visuele uitwerkingen voorbereiden en presenteren)

- Introductie en briefing van de route: 10 min
- Wandeling en observatie van waterbeweging: 50 min
- Documentatie via foto's, schetsen of kaarten: 10 min
- Reflectie en discussie: 15 min
- Groepsvoorbereiding en presentatie van visuele resultaten: 60 min

Aanbevolen groepsgrootte: 10–30 leerlingen, werkend in groepen van 3–5 voor de voorbereiding en presentatie van de visuele resultaten.

Mogelijke leeruitkomsten:

GreenComp-competenties: De natuur bevorderen (1.3); Systeemdenken (2.1); Probleemformulering (2.3); Toekomstgeletterdheid (3.1); Verkennend denken (3.3); Collectieve actie (4.2).

ESCO Green Skills: Daken inspecteren op bronnen van regenwatervervuiling; Milieu-impact beoordelen; Duurzame stedelijke praktijken bespreken; Ecosystemische elementen identificeren.

ESCO Transversale Vaardigheden: Ruimtelijke informatie verwerken; Kritisch denken; Analytisch denken; Kritisch observeren; Problemen identificeren; Milieu-impact van persoonlijk gedrag evalueren; Kennis van wetenschap, technologie en techniek toepassen; Holistisch denken; Problemen oplossen; Nieuwsgierigheid tonen; Oog voor detail hebben; Informatie, objecten en middelen organiseren; Feiten rapporteren; Jezelf creatief uiten; Samenwerken in teams; Een open houding behouden; Actief deelnemen aan het maatschappelijk leven.

Challenge-based Activiteit – Watersystemen herontwerpen

Beschrijving: Deze activiteit heeft tot doel leerlingen een lokale locatie te laten herontwerpen om het waterbeheer te verbeteren door NBS-principes toe te passen en natuurgebaseerde oplossingen te vergelijken met traditionele technische oplossingen. Leerlingen werken in kleine groepen aan het herontwerpen van een lokale locatie (bijv. een schoolplein, parkeerterrein, straat of buurt) om het waterbeheer te verbeteren met behulp van NBS. Op basis van een gegeven scenario (bijv. stedelijke overstromingen, overbelasting van het regenwatersysteem, slechte infiltratie) identificeren ze de belangrijkste knelpunten in de waterstroom en stellen ze ruimtelijke ingrepen voor, zoals wadi's, waterdoorlatende verharding, groendaken of straatbomen. Ze vergelijken meerdere ontwerp mogelijkheden en presenteren hun keuzes op het gebied van effectiviteit, veerkracht en de afwegingen (*trade-offs*) tussen natuurgebaseerde en technische oplossingen. Deze activiteit richt zich uitsluitend op conceptuele planning en ontwerp, niet op de uitvoering. Na het presenteren van hun ontwerpen reflecteren leerlingen op welke ingrepen het meest haalbaar zijn, hoe ze de watervasthouding of -infiltratie verbeteren, en welke compromissen er bestaan tussen NBS, technische infrastructuur, kosten, toegankelijkheid en onderhoud.

Aanbevolen tijdsduur: 100 minuten

- Introductie tot het scenario en de locatie: 10 min
- Probleemidentificatie en analyse van de waterstroom: 20 min
- Groepsontwerp van NBS-interventies: 35 min
- Vergelijking van ontwerpmogelijkheden en afwegingen: 15 min
- Presentaties en reflectie: 20 min

Aanbevolen groepsgrootte: 10–30 leerlingen, werkend in groepen van 3–5.

Mogelijke leeruitkomsten:

GreenComp-competenties: Eerlijkheid bevorderen (1.2); Systeendenken (2.1); Probleemformulering (2.3); Toekomstgeletterdheid (3.1); Verkennend denken (3.3); Politiek handelen (4.1); Collectieve actie (4.2).

ESCO Green Skills: Strategieën voor overstromingsherstel ontwikkelen; Stedelijke duurzaamheid ondersteunen; Ecosysteembeheer bespreken; Milieu-impact beoordelen; Duurzame technologieën ondersteunen; Waterbronnen beschermen; Milieutechniek herkennen; Innovatief infrastructureel ontwerp bevorderen.

ESCO Transversale Vaardigheden: Problemen identificeren; Kritisch denken; Analytisch denken; Holistisch denken; Problemen oplossen; Plannen; Besluiten nemen; Milieu-impact van persoonlijk gedrag evalueren; Ruimtelijke informatie verwerken; Kennis van wetenschap, technologie en techniek toepassen; Jezelf creatief uiten; Innovatief denken; Samenwerken in teams; Teamgeest opbouwen; Een publiek toespreken; Een discussie leiden; Informatie, objecten en middelen organiseren; Een open houding behouden.

Hands-on activiteit – “Practicum Watervasthouding”

Beschrijving: Deze activiteit heeft tot doel leerlingen te laten testen hoe verschillende oppervlakken en NBS-componenten de wateropname, afstroomsnelheid, filtratie en helderheid van het water beïnvloeden. Leerlingen onderzoeken hoe verschillende oppervlakken en NBS het vasthouden van water, de filtratie en de vermindering van afstroming beïnvloeden via een praktische experimentele opstelling. Werkend in groepen simuleren ze regenval op verschillende materialen (bijv. aarde, grind, gras, zand, ondoorlaatbare oppervlakken) en vergelijken ze wateropname, afstroomsnelheid en waterhelderheid. Deze activiteit kan worden uitgebreid met eenvoudige NBS-componenten, zoals kleine beplante bakken of gelaagde bodemsystemen, om te demonstreren hoe planten, bodem en micro-organismen de waterkwaliteit verbeteren en de waterstroom reguleren. Leerlingen leggen observaties vast en vergelijken de resultaten. De activiteit wordt afgesloten met een reflectie op hoe de experimentele resultaten zich verhouden tot echte NBS zoals wadi's, waterdoorlatende verhardingen, beplante bakken, helofytenfilters en stedelijke waterveerkracht.

Aanbevolen tijdsduur: 75 minuten

- Introductie en uitleg van variabelen: 10 min
- Opzetten van materialen en regensimulatiestations: 15 min
- Praktisch testen en observeren: 25 min
- Vastleggen en vergelijken van resultaten: 10 min
- Reflectie waarin resultaten worden gekoppeld aan echte NBS: 15 min

Aanbevolen groepsgrootte: 10–24 leerlingen, werkend in groepen van 2–4.

Mogelijke leeruitkomsten:

GreenComp-competenties: De natuur bevorderen (1.3); Toekomstgeletterdheid (3.1); Verkennend denken (3.3); Collectieve actie (4.2).

ESCO Green Skills: Wetenschappelijke gegevens interpreteren om waterkwaliteit te beoordelen; Waterkwaliteit monitoren; Milieugegevens analyseren; Onderlinge samenhang in ecosystemen identificeren; Duurzame technologieën bespreken; Milieutechnische apparatuur bedienen.

ESCO Transversale Vaardigheden: Kennis van wetenschap, technologie en techniek toepassen; Analytisch denken; Problemen oplossen; Problemen identificeren; Kritisch denken; Holistisch denken; Berekeningen uitvoeren; Wiskundige informatie interpreteren; Ruimtelijke informatie verwerken; Milieu-impact van persoonlijk gedrag evalueren; Apparatuur, gereedschappen of technologie nauwkeurig gebruiken; Informatie, objecten en middelen organiseren; Oog voor detail hebben; Samenwerken in teams; Nieuwsgierigheid tonen; Kwaliteit bewaken; Feiten rapporteren.

Opmerking inzake Inclusief Onderwijs en Ontwerp

Stedelijk waterbeheer en overstromingsrisico's treffen in het bijzonder mensen met een beperking, omdat zij onevenredig kwetsbaar zijn tijdens noodsituaties op het gebied van milieu. De activiteit *Watersystemen herontwerpen* is een goede gelegenheid om groepen te vragen om ten minste één toegankelijkheidscriterium in hun voorstellen op te nemen, bijvoorbeeld door ervoor te zorgen dat wadi's en waterdoorlatende paden veilig zijn voor rolstoelgebruikers en mensen met een visuele beperking. De vraag hoe watergerelateerde noodsituaties worden gecommuniceerd naar mensen met een zintuiglijke of verstandelijke beperking kan ook als een rode draad worden meegenomen in de discussies van alle drie de activiteiten in dit hoofdstuk.

Bronnen

- Boelee, E., Janse, J., Le Gal, A., Kok, M., Alkemade, R., & Ligtoet, W. (2017). Overcoming water challenges through nature-based solutions. *Water Policy*, 19(5), 820-836. <https://doi.org/10.2166/wp.2017.105>
- Feng, W., Liu, Y., & Gao, L. (2022). Stormwater treatment for reuse: Current practice and future development—A review. *Journal of Environmental Management*, 301, 113830. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.113830>
- Oral, H. V., Carvalho, P., Gajewska, M., Ursino, N., Masi, F., Hullebusch, E. D. V., Kazak, J., Expósito, A., Cipolletta, G., Andersen, T., Finger, D., Simperler, L., Regelsberger, M., Rous, V., Radinja, M., Buttiglieri, G., Krzeminski, P., Rizzo, A., Dehghanian, K., (...), Zimmermann, M. (2020). A review of nature-based solutions for urban water management in European circular cities: a critical assessment based on case studies and literature. *Blue-Green Systems*, 2(1), 112-136. <https://doi.org/10.2166/bgs.2020.932>
- Vymazal, Jan. (2011). Constructed wetlands for wastewater treatment: five decades of experience. *Environmental science & technology*, 45(1), 61-69. <https://doi.org/10.1021/es101403q>

Hoofdstuk VI: Stedelijke ontwikkeling

Tegen 2050 woont naar verwachting 68% van de wereldbevolking in steden. Deze snelle trend, bekend als verstedelijking, brengt zowel milieu-uitdagingen als kansen met zich mee. Aan de ene kant kunnen steden per hoofd van de bevolking efficiënter omgaan met hulpbronnen dan landelijke gebieden. Infrastructuur zoals riolering en stadsverwarming vereist in dichtbevolkte gebieden bijvoorbeeld doorgaans minder grondstoffen per persoon. Bovendien bieden stedelijke gebieden vaak efficiënt openbaar vervoer, wat de afhankelijkheid van auto's vermindert en de CO₂-uitstoot per hoofd van de bevolking verlaagt.

Aan de andere kant zijn steden zelden rijk aan natuurlijke ecosystemen en worden ze vaak gedomineerd door beton, asfalt en andere "levenloze" oppervlakken. Hoewel deze typische stedelijke structuren efficiënt zijn, veroorzaken ze problemen voor het milieu en de menselijke gezondheid. Uitdagingen zoals afstromend regenwater en overstromingen, stedelijke hitte-eilanden, een slechte luchtkwaliteit en een afgenomen biodiversiteit onderstrepen de noodzaak van effectief stedelijk beheer, waarin natuurgebaseerde oplossingen (*Nature-based Solutions* / NBS) een cruciale rol kunnen spelen.

Voorbeelden van NBS zijn stedelijke groenzones, die bijdragen aan een betere luchtkwaliteit, temperatuurregulering, regenwaterbeheer en zowel mentaal als fysiek welzijn. Groendaken ondersteunen bijvoorbeeld het vasthouden van regenwater, verhogen de energie-efficiëntie, verzachten het effect van stedelijke hitte-eilanden, verbeteren de luchtkwaliteit, bevorderen de biodiversiteit en verminderen geluidsoverlast. Op vergelijkbare wijze helpen retentiebekkens of opvangvijvers het overstromingsrisico te verlagen, de waterkwaliteit te verbeteren en leefgebieden te creëren die de biodiversiteit ondersteunen. Door insecten bestoven vaatplanten spelen ook een belangrijke rol door de milieukwaliteit te verhogen, bestuiverspopulaties te ondersteunen, vervuiling te verminderen en essentiële ecosystemendiensten te leveren aan stadsbewoners.

Hoewel stedelijke vergroeningsinitiatieven aanzienlijke milieu- en sociale voordelen kunnen bieden, is de verdeling daarvan niet altijd rechtvaardig. In sommige gevallen kunnen verbeteringen in milieukwaliteit en aantrekkelijkheid bijdragen aan stijgende vastgoedprijzen en levenskosten, wat de toegang tot deze voordelen voor kwetsbare groepen kan beperken of kan bijdragen aan processen van groen gentrificatie (*green gentrification*). Het waarborgen van gelijke toegang en het meewegen van principes van milieurechtvaardigheid zijn daarom belangrijke aspecten van de planning en uitvoering van stedelijke NBS.

Ten slotte vereist de implementatie van NBS bestuurs- en planningspraktijken die geworteld zijn in rentmeesterschap, reflexiviteit, dialoog en een langetermijnengagement. Het succes bij het co-creëren van stedelijke herstructurering hangt af van een combinatie van faciliterende factoren, waaronder burgerbetrokkenheid, politieke steun, sociale inclusie, maatschappelijk draagvlak, financiële middelen en robuuste mechanismen voor monitoring, evaluatie en opschaling. In deze context dienen open innovatie en samenwerkingsverbanden tussen belanghebbenden, samen met onderwijs en training, als belangrijke drijfveren in stedelijke omgevingen. Beleidsmakers moeten daarom bestaande beleidskaders versterken door institutionele, juridische, sociale en economische dimensies aan te pakken gedurende de gehele NBS-cyclus – van initiatie en planning tot ontwerp en implementatie – terwijl ze tegelijkertijd zorgen voor afstemming op de principes van milieurechtvaardigheid.

Discussievragen

De volgende discussievragen richten zich op NBS voor stedelijke ontwikkeling. Ze kunnen door de gespreksleider worden gebruikt om leerlingen te begeleiden bij gezamenlijke debatten en reflecties

over stedelijke uitdagingen, de aanwezigheid van NBS in stedelijke omgevingen, evenals de rol van bestuur en beleidsmakers bij NBS:

- Wat zijn de belangrijkste milieu-uitdagingen die verstedelijking met zich meebrengt in stedelijke ruimtes?
- Hoe dragen NBS bij aan zowel milieuduurzaamheid als menselijk welzijn in stedelijke gebieden?
- Welke rol zouden burgers, overheden en private belanghebbenden moeten spelen bij de ontwikkeling van NBS in steden?

Voorgestelde leeractiviteiten

Wandelpedagogische activiteit – NBS in de Stad in Kaart Brengen

Beschrijving: Deze activiteit heeft tot doel leerlingen te laten identificeren, analyseren en kritisch laten beoordelen welke NBS er al aanwezig zijn in stedelijke ruimtes, en te begrijpen hoe deze bijdragen aan biodiversiteit, verkoeling, waterbeheer en menselijk welzijn.

Leerlingen maken een wandeling door een stedelijke ruimte (bijv. een wijk of park) om bestaande NBS te identificeren, te analyseren en er kritisch op te reflecteren. Tijdens de wandeling identificeren ze NBS-elementen (bijv. groendaken, waterdoorlatende oppervlakken), hun functies (bijv. verkoeling, waterbeheer, ondersteuning van biodiversiteit), en beoordelen ze de effectiviteit en beperkingen ervan. Waar mogelijk omvat de activiteit interactie met lokale belanghebbenden (bijv. gemeentelijke vertegenwoordigers, planologen), die inzicht geven in waarom specifieke NBS zijn geïmplementeerd en mogelijke belangenafwegingen bespreken. Leerlingen leggen hun bevindingen vast met behulp van notities, foto's of kaartinstrumenten.

De activiteit wordt afgesloten met een discussie waarin de geobserveerde NBS, hun effectiviteit en beperkingen, en mogelijke verbeteringen worden vergeleken om stedelijke ruimtes veerkrachtiger, inclusiever en biodiverser te maken.

Aanbevolen tijdsduur: 90 minuten

- Introductie en focus voor de kartering: 15 min
- Stadswandeling en identificatie van NBS-elementen: 50 min
- Documentatie en beoordeling van functies en beperkingen: 10 min
- Groepsreflectie en verbeterpunten: 15 min

Aanbevolen groepsgrootte: 10–30 leerlingen, werkend in groepen van 3–5.

Mogelijke leeruitkomsten:

GreenComp-competenties: Duurzaamheid waarderen (1.1); Eerlijkheid bevorderen (1.2); De natuur bevorderen (1.3); Kritisch denken (2.2); Toekomstgeletterdheid (3.1); Verkennend denken (3.3); Politiek handelen (4.1); Collectieve actie (4.2).

ESCO Green Skills: Stedelijke duurzaamheid verdedigen; Strategieën voor groenzones selecteren; Milieu-impact beoordelen; Ecosysteembeheer begrijpen; Duurzame technologieën bespreken; Duurzaamheid bevorderen; Anderen betrekken bij milieuvriendelijk gedrag.

ESCO Transversale Vaardigheden: Ruimtelijke informatie verwerken; Kritisch denken; Analytisch denken; Kritisch observeren; Problemen identificeren; Milieu-impact van persoonlijk gedrag evalueren; Kennis van wetenschap, technologie en techniek toepassen; Holistisch denken; Nieuwsgierigheid tonen; Oog voor detail hebben; Informatie, objecten en middelen organiseren; Feiten rapporteren; Jezelf creatief uiten; Samenwerken in teams; Een open houding behouden; Actief deelnemen aan het maatschappelijk leven; Besluiten nemen; Een discussie leiden; Een publiek toespreken.

Challenge-based Activiteit – Ontwerp een Klimaatbestendige Stedelijke Ruimte

Beschrijving: Deze activiteit heeft tot doel leerlingen een stedelijke ruimte die kampt met milieu-uitdagingen te laten herontwerpen met behulp van NBS-principes die biodiversiteit, klimaatbestendigheid en menselijk welzijn ondersteunen. Leerlingen werken in groepen aan het herontwerpen van een stedelijk gebied dat te maken heeft met milieu-uitdagingen zoals hitte-eilanden, overstromingen, slechte luchtkwaliteit of een tekort aan groen. Aan de hand van NBS-principes stellen leerlingen maatregelen voor die de biodiversiteit, klimaatbestendigheid en het menselijk welzijn verbeteren. De groepen presenteren vervolgens hun voorstellen. Deze activiteit richt zich uitsluitend op conceptuele planning en ontwerp, niet op de uitvoering. Na het presenteren van hun voorstellen reflecteren leerlingen op hoe hun ontwerpen de milieu-uitdagingen aanpakken, welke belanghebbenden er voordeel van hebben of erdoor beïnvloed kunnen worden, en welke afwegingen (*trade-offs*) er ontstaan bij de planning van stedelijke duurzaamheid op de lange termijn.

Aanbevolen tijdsduur: 100 minuten

- Introductie tot de stedelijke uitdaging: 10 min
- Groepsanalyse van de locatie en belangrijkste problemen: 20 min
- Ontwikkeling van het NBS-ontwerpvoorstel: 35 min
- Presentaties: 20 min
- Discussie en reflectie: 15 min

Aanbevolen groepsgrootte: 10–30 leerlingen, werkend in groepen van 3–5.

Mogelijke leeruitkomsten:

GreenComp-competenties: Eerlijkheid bevorderen (1.2); De natuur bevorderen (1.3); Systeemdenken (2.1); Probleemformulering (2.3); Toekomstgeletterdheid (3.1); Verkennend denken (3.3); Politiek handelen (4.1); Collectieve actie (4.2).

ESCO Green Skills: Stedelijke duurzaamheid ondersteunen; Strategieën voor groenzones ontwerpen; Ecosysteembeheer toepassen; Impact van klimaatverandering aanpakken; Milieu-impact beoordelen; Duurzaamheid bevorderen; Duurzaam gebouwo ontwerp ontwikkelen; Natuurlijke hulpbronnen behouden.

ESCO Transversale Vaardigheden: Problemen identificeren; Kritisch denken; Analytisch denken; Holistisch denken; Problemen oplossen; Plannen; Besluiten nemen; Milieu-impact van persoonlijk gedrag evalueren; Kennis van wetenschap, technologie en techniek toepassen; Ruimtelijke informatie verwerken; Jezelf creatief uiten; Innovatief denken; Samenwerken in teams; Teamgeest opbouwen; Een publiek toespreken; Een discussie leiden; Informatie, objecten en middelen organiseren; Feiten rapporteren; Actief deelnemen aan het maatschappelijk leven; Een open houding behouden.

Hands-on activiteit – “NBS-Prototypes in de Stedelijke Ruimte”

Beschrijving: Deze activiteit heeft tot doel leerlingen te laten begrijpen hoe NBS functioneren in stedelijke omgevingen door kleine fysieke prototypes te ontwerpen en te testen. Leerlingen ontwerpen en bouwen eenvoudige fysieke prototypes die laten zien hoe NBS kunnen werken in een stedelijke omgeving. Mogelijke activiteiten zijn het bouwen van kleine schaalmodellen van groendaken, het testen van waterdoorlatende verhardingsmaterialen, het vergelijken van temperaturen op beplante versus verharde oppervlakken, of het ontwerpen van miniatuurindelingen voor stedelijke groene infrastructuur. Leerlingen observeren hoe NBS bijdragen aan verkoeling, waterbeheer, biodiversiteit en menselijk welzijn, en reflecteren op de uitdagingen van het integreren van deze systemen in een stedelijke omgeving. De activiteit wordt afgesloten met een reflectie op hoe de prototypes NBS-functies demonstreren – zoals verkoeling, waterbeheer, ondersteuning van biodiversiteit en menselijk welzijn – evenals de praktische uitdagingen van het toepassen van deze systemen in echte steden.

Aanbevolen tijdsduur: 90 minuten

- Introductie en opties voor prototypes: 10 min
- Planning en materiaalselectie: 10 min
- Bouwen van prototypes: 35 min
- Testen of observeren: 20 min
- Reflectie op uitdagingen bij stedelijke implementatie: 15 min

Aanbevolen groepsgrootte: 10–25 leerlingen, werkend in groepen van 2–5.

Mogelijke leeruitkomsten:

GreenComp-competenties: De natuur bevorderen (1.3); Systeemdenken (2.1); Probleemformulering (2.3); Verkennend denken (3.3); Collectieve actie (4.2).

ESCO Green Skills: De toepassing van duurzame technologieën begrijpen; Stedelijke duurzaamheid begrijpen; Voorbeelden van milieutechniek noemen; Praktijken voor duurzaam bouwen identificeren; Innovatief infrastructureel ontwerp bevorderen; Natuurlijke hulpbronnen behouden; Ecosystemen beschermen.

ESCO Transversale Vaardigheden: Kennis van wetenschap, technologie en techniek toepassen; Analytisch denken; Problemen oplossen; Problemen identificeren; Kritisch denken; Holistisch denken; Ruimtelijke informatie verwerken; Milieu-impact van persoonlijk gedrag evalueren; Apparatuur, gereedschappen of technologie nauwkeurig gebruiken; Informatie, objecten en middelen organiseren; Oog voor detail hebben; Samenwerken in teams; Nieuwsgierigheid tonen; Berekeningen uitvoeren; Wiskundige informatie interpreteren; Kwaliteit bewaken; Feiten rapporteren; Creatief denken; Jezelf creatief uiten.

Bronnen

- Anguelovski, I., Connolly, J. J. T., Cole, H., Garcia-Lamarca, M., Triguero-Mas, M., Baró, F., Martin, N., Conesa, D., Shokry, G., Del Pulgar, C. P., Ramos, L. A., Matheney, A., Gallez, E., Oscilowicz, E., Máñez, J. L., Sarzo, B., Beltrán, M. A., & Minaya, J. M. (2022). Green gentrification in European and North American cities. *Nature Communications*, 13(1), 3816. <https://doi.org/10.1038/s41467-022-31572-1>
- Hölscher, K., Frantzeskaki, N., Collier, M. J., Connop, S., Kooijman, E. D., Lodder, M., McQuaid, S., Van dergert, P., Xidou, D., Bešlagić, L., Dick, G., Dumitru, A., Dziubała, A., Fletcher, I., Adank, C. G.-E., Vázquez, M. G., Madajczyk, N., Malekkidou, E., Mavroudi, M. (...), Vos, P. (2023). Strategies for mainstreaming nature-based solutions in urban governance capacities in ten European cities. *Urban Sustainability*, 3. <https://doi.org/10.1038/s42949-023-00134-9>
- Jennings, V., Larson, L., & Yun, J. (2016). Advancing Sustainability through Urban Green Space: Cultural Ecosystem Services, Equity, and Social Determinants of Health. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 13(2), 196. <https://doi.org/10.3390/ijerph13020196>
- Karamoutsou, L., Veliou, E., Kvernberg, E. B., & Psilovikos, A. (2024). Urban Stormwater Management: A Sustainable Approach. *Water*, 16(15). <https://doi.org/10.3390/w16152089>
- Li, Y., Zhai, W., Yang, Z., Tang, J., Li, H., & Huang, H. (2024). A review of nature-based solutions to environmental hazards through the lens of environmental justice. *SSRN*. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4724771>
- Meyer, W. B. (2013). The Environmental Advantages of Cities: Countering Commonsense. <https://doi.org/10.7551/mitpress/9513.001.0001>
- Oberndorfer, E., Lundholm, J., Bass, B., Coffman, R., Doshi, H., Dunnett, N., Gaffin, S., Köhler, M., Liu, K., & Rowe, B. (2007). Green Roofs as Urban Ecosystems: Ecological Structures, Functions, and Services. *BioScience*, 57. <https://doi.org/10.1641/B571005>
- Perivoliotis, D., Arvanitis, I., Tzavali, A., Papakostas, V., Kappou, S., Andreacos, G., Fotiadi, A., Paravantis, J. A., Souliotis, M., & Mihalakakou, G. (2023). Sustainable Urban Environment through Green Roofs: A Literature Review with Case Studies. *Sustainability*, 15(22). <https://doi.org/10.3390/su152215976>
- Phelan, P., Kaloush, K., Miner, M., Golden, J., Phelan, B., Silva, H., & Taylor, R. (2015). Urban heat island: Mechanisms, implications, and possible remedies. *Annual Review of Environment and Resources*, 40. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-102014-021155>
- Shahmohammad, M., Hosseinzadeh, M., Dvorak, B., Bordbar, F., Shahmohammadmirab, H., & Aghamohammadi, N. (2022). Sustainable green roofs: a comprehensive review of influential factors. *Environmental Science and Pollution Research*. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-23405-x>
- Skaldina, O., Nylund, A., & Ramula, S. (2024). Neglected puzzle pieces of urban green infrastructure: richness, cover, and composition of insect-pollinated plants in traffic-related green spaces. *Landscape Ecology*, 39. <https://doi.org/10.1007/s10980-024-01881-5>

United Nations (n.d.) 68% of the world population projected to live in urban areas by 2050, says UN. <https://www.un.org/uk/desa/68-world-population-projected-live-urban-areas-2050-says-un>

Zhang, X., Brandt, M., Tong, X., Ciais, P., Yue, Y., Xiao, X., Zhang, W., Wang, K., & Fensholt, R. (2022). A large but transient carbon sink from urbanization and rural depopulation in China. *Nature Sustainability* 5, 321–328. <https://doi.org/10.1038/s41893-021-00843-y>

Conclusie

NBS bieden waardevolle kansen om milieu-uitdagingen aan te pakken en tegelijkertijd de biodiversiteit, de menselijke gezondheid en het welzijn te ondersteunen. Deze docentenhandleiding onderstreept het belang van het integreren van concepten rondom NBS, biodiversiteit en ecologie in het middelbaar beroepsonderwijs. Door fundamentele kennis te combineren met een integrale en praktische pedagogische aanpak – via wandelpedagogiek, challenge-based- en praktijkgestuurd leren, en hands-on activiteiten – ondersteunt deze gids docenten bij het overbrengen van actuele milieu-uitdagingen, terwijl tegelijkertijd de betrokkenheid, het kritisch denken en het probleemoplossend vermogen van lerenden worden gestimuleerd.

Deze docentenhandleiding heeft tot doel de vaardigheden, competenties en het bewustzijn te ontwikkelen die nodig zijn om bij te dragen aan duurzamere, veerkrachtigere en milieubewuste systemen. Het bevat diverse activiteiten die ontwikkeld kunnen worden met mbo-studenten. Hiervoor zijn voor elke activiteit mogelijke leeruitkomsten voorgesteld vanuit de GreenComp-competenties en de groene en transversale ESCO-vaardigheden, gebaseerd op het potentieel van de betreffende activiteit. Binnen de voorgestelde activiteiten zijn de GreenComp-competenties die het meest structureel aan bod komen: Systeemdenken (2.1), Probleemformulering (2.3), Verkennend denken (3.3), Aanpassingsvermogen (3.2), Toekomstgeletterdheid (3.1) en De natuur bevorderen (1.3). Op vergelijkbare wijze bevorderen de activiteiten groene ESCO-vaardigheden op het gebied van ecosysteembeheer, biodiversiteitsbehoud, milieubeoordeling en duurzaam beheer van hulpbronnen, samen met transversale ESCO-vaardigheden zoals kritisch denken, analytisch denken, probleemoplossing, samenwerken in teams, plannen en besluitvorming.

Ten slotte vereist de implementatie van NBS het omgaan met complexiteit, onzekerheid en vaak tegenstrijdige ecologische, sociale en economische belangen. Het begrijpen van deze uitdagingen, naast de voordelen van NBS, is essentieel voor de ontwikkeling van systeemdenken. Het stelt lerenden in staat om contextspecifieke oplossingen kritisch te beoordelen, te ontwerpen en toe te passen in de praktijk.

Let's enable society to bend the curve for biodiversity together!

Verklarende Woordenlijst van Kernbegrippen

Biodiversiteit (*Biodiversity*)

De verscheidenheid aan leven op aarde op genetisch-, soorten- en ecosysteemniveaus. Biodiversiteit vormt de basis voor essentiële processen zoals bestuiving, de kringloop van voedingsstoffen en klimaatregulering. Verlies aan biodiversiteit vormt een ernstig risico voor het menselijk welzijn.

Ecosysteemdiensten (*Ecosystem Services*)

De voordelen die mensen ontleen aan ecosystemen, waaronder voedsel en water, klimaat- en overstromingsregulering, recreatie en educatie, evenals bodemvorming en de kringloop van voedingsstoffen.

eNABLS

Education and Nature-Based Solutions: Bending the Curve for Biodiversity. Een Horizon Europe-project (2024 tot 2026) waarin 11 partners uit 7 Europese landen samenwerken om natuurgebaseerde oplossingen (NBS) te integreren in het mbo (TVET) en het hoger onderwijs via *Living Labs* en curriculumontwikkeling.

Groene ESCO-vaardigheden (*ESCO Green Skills*)

Een reeks competenties binnen de Europese classificatie van vaardigheden, competenties, kwalificaties en beroepen (ESCO) die betrekking hebben op milieuduurzaamheid. Dit omvat vaardigheden zoals het beoordelen van milieu-impact, het beschermen van biodiversiteit en het ondersteunen van ecosysteembeheer.

GreenComp

Het Europese competentiekader voor duurzaamheid (*European Sustainability Competence Framework*), ontwikkeld door het Joint Research Centre van de Europese Commissie. Het beschrijft 12 competenties verdeeld over vier domeinen en wordt in deze gids gebruikt om de leeruitkomsten van alle activiteiten te definiëren.

Natuurgebaseerde oplossingen (*Nature-Based Solutions / NBS*)

Maatregelen die natuurlijke en gewijzigde ecosystemen beschermen, duurzaam beheren of herstellen op een manier die maatschappelijke uitdagingen aanpakt en tegelijkertijd voordelen oplevert voor biodiversiteit en menselijk welzijn.

Veenland (*Peatland*)

Een moerassig gebied (wetland) waar gedeeltelijk afgebroken organisch materiaal zich in de loop der tijd onder waterverzadigde omstandigheden ophoopt. Veenlanden slaan grote hoeveelheden koolstof op en spelen een belangrijke rol bij het reguleren van water en het ondersteunen van biodiversiteit.

Veerkracht (*Resilience*)

Het vermogen van een systeem (ecologisch, sociaal of stedelijk) om verstoringen op te vangen, zich aan te passen aan veranderingen en te blijven functioneren wanneer het onder druk staat.

Systeemdenken (*Systems Thinking – GreenComp Competentie 2.1*)

Het vermogen om te begrijpen hoe de onderdelen van een complex systeem met elkaar verbonden zijn, en om terugkoppelingslusen (feedback loops), afwegingen (*trade-offs*) en onbedoelde gevolgen van veranderingen binnen dat systeem te herkennen.

Mbo / Beroepsonderwijs

Onderwijs en training die lerenden de kennis, vaardigheden en competenties bieden die nodig zijn voor een specifiek beroep of ambacht. Mbo-docenten en praktijkopleiders vormen de primaire doelgroep van deze gids.

Wandelpedagogiek (*Walking Pedagogy*)

Een manier van lesgeven die beweging, verkenning en direct contact met de fysieke omgeving inzet als leermiddelen. Het is een van de drie kernvormen van activiteiten in deze gids.

Milieurechtvaardigheid (*Environmental Justice*)

Het principe dat de voordelen en lasten van milieuveranderingen eerlijk moeten worden verdeeld over alle gemeenschappen, met speciale aandacht voor groepen die het meest worden getroffen en het minst worden gehoord, waaronder mensen met een beperking.

Inclusief Onderwijs (*Inclusive Education*)

Een benadering van onderwijs die ervoor zorgt dat alle lerenden, inclusief degenen met een beperking, toegang hebben tot, kunnen deelnemen aan en profiteren van kwalitatief hoogstaand onderwijs. Dit vereist dat activiteiten en leeromgevingen vanaf het begin toegankelijk worden ontworpen, in plaats van achteraf te worden aangepast.

Universal Design for Learning (UDL / Universeel Ontwerp voor Leren)

Een kader voor het ontwerpen van onderwijs en leerprocessen dat vanaf het begin inspeelt op de diversiteit van lerenden. Het biedt meerdere manieren om betrokken te raken bij de inhoud, informatie weer te geven en begrip te tonen.

Stedelijke Veerkracht (*Urban Resilience*)

Het vermogen van een stad en haar gemeenschappen om zich voor te bereiden op, te reageren op en te herstellen van ecologische, sociale en economische schokken, terwijl essentiële diensten tegelijkertijd blijven functioneren. NBS voor waterbeheer en stedelijke ontwikkeling spelen een belangrijke rol bij het opbouwen van stedelijke veerkracht.

2. NBS Basis Module

2.1. Basisprincipes van NBS voor beroepsonderwijs

Naam cursus: Een wandeling door de groene ruimte: leefgebieden ontwerpen voor mensen en wilde dieren

Korte omschrijving:

Deze cursus laat studenten kennismaken met nature-based solutions (NBS), oftewel op natuur gebaseerde oplossingen, door middel van interactief en praktijkgericht leren in een openbare groene omgeving. Studenten onderzoeken hoe bomen, planten en dieren bijdragen aan leefbare en biodiverse openbare ruimtes. Met behulp van experimenten, interactieve opdrachten en innovatieve ontwerptaken passen zij hun inzichten toe door een versteende omgeving conceptueel te herontwerpen tot een groene, multifunctionele leefomgeving die zowel mensen als wilde dieren ten goede komt.

Onderwerpen:

De cursus richt zich op natuurgebaseerde oplossingen (Nature-based Solutions, NBS) in de openbare ruimte en laat zien hoe bodem, planten, water en dieren met elkaar samenwerken binnen gezonde ecosystemen. Deelnemers onderzoeken hoe bomen, beplanting en biodiversiteit elkaar versterken bij het reguleren van temperatuur, het opvangen en afvoeren van regenwater, het voorkomen van bodemerosie en het ondersteunen van bestuivers en andere diersoorten.

Belangrijke thema's zijn biodiversiteit, bodemfuncties, waterinfiltratie, erosiebestrijding, stedelijke hitte-eilanden, bestuiving en ecosysteemdiensten. Vanuit een interdisciplinair perspectief verbindt de activiteit ecologie, milieueducatie en stedelijke planning. Daarbij wordt zichtbaar gemaakt hoe groene infrastructuur bijdraagt aan zowel het welzijn van mensen als het leefgebied van dieren in dichtbebouwde stedelijke omgevingen.

Doelgroep:

Studenten in het beroepsonderwijs

Aanbevolen groepsgrootte: flexibel, bijvoorbeeld 10-25 studenten

Voorkennis: basiskennis van ecosystemen en biodiversiteit. Geen voorkennis van NBS nodig. Interesse in natuur, ecologie, publiek groen, en interactieve activiteiten.

Methodologie:

De pedagogische aanpak combineert ervaringsgericht leren, rollenspel en op onderzoek gebaseerde methoden die zijn afgestemd op adolescenten en jongvolwassenen. Praktische experimenten, zintuiglijke verkenning en begeleide reflectie bevorderen het begrip van ecologische concepten en NBS-concepten. Groepsactiviteiten stimuleren samenwerking en creativiteit, terwijl de wandeling door de openbare groene ruimte een verband legt tussen echte stedelijke ruimtes en het leerproces. Wandelpedagogiek biedt een flexibele en transformatieve manier om leerlingen diep na te laten denken over de context van de plekken waar ze werken en wonen, en bevordert inclusie, verbondenheid met leerlingen, de omgeving en gemeenschappen.

Aanbevolen duur: ongeveer 180–190 minuten

Inleiding tot NBS en ecosystemen: 20–30 min

Inleiding tot de wandeling en toewijzing van 'System Web'-rollen: 10 min

Wandeling door de openbare groene ruimte: 90 min

Interactieve ontwerpopdracht: 40 min

Presentaties: 20 min

Beoogde leeropbrengsten:

GreenComp Competenties: Promoting Nature (1.3); Systems Thinking (2.1); Problem Framing (2.3); Exploratory Thinking (3.3); Collective Action (4.2).

ESCO Green Skills: het begrip ecologie begrijpen; uitleggen hoe bodem, planten, water en dieren met elkaar samenhangen binnen een ecosysteem; bijdragen aan duurzame stedelijke ontwikkeling; biodiversiteit beschermen; ecologische gegevens analyseren; milieugegevens analyseren; milieuonderzoek uitvoeren; milieueffecten beoordelen; de gevolgen van klimaatverandering bespreken; strategieën voor groene ruimtes ontwerpen; waterbronnen behouden en beschermen; duurzame technologieën vergelijken; strategieën voor milieusanering ontwikkelen; onderscheid maken tussen plantensoorten.

ESCO Transversal Skills: kritisch denken; analytisch denken; holistisch denken; problemen oplossen; problemen identificeren; beslissingen nemen; plannen; samenwerken in teams; teamgeest bevorderen; nieuwsgierigheid tonen; kritisch observeren; ruimtelijke informatie verwerken; informatie, objecten en middelen organiseren; feiten rapporteren; oog hebben voor detail; een discussie begeleiden; een publiek toespreken; jezelf creatief uitdrukken; creatief denken; innovatief denken; de milieu-impact van persoonlijk gedrag evalueren; actief deelnemen aan het maatschappelijk leven.

Activiteiten met publiek:

De cursus bestaat uit een introductiebijeenkomst, een wandeling door een openbare groene ruimte met vier stations waar experimenten en interactieve discussies plaatsvinden, en een afsluitende interactieve ontwerpfase. Aan het begin krijgen studenten een rol binnen het systeem toegewezen. Vanuit deze rol verkennen zij de verschillende stations vanuit een specifiek perspectief. Door met elkaar in gesprek te gaan, krijgen zij bovendien inzicht in de standpunten en belangen van andere betrokkenen.

Tijdens de wandeling door een openbare groene ruimte, zoals een park of bos, voeren studenten experimenten uit op het gebied van bodem, zintuiglijke waarneming en temperatuur. Het is belangrijk dat ten minste een deel van het gebied niet regelmatig wordt onderhouden, zodat natuurlijke processen goed zichtbaar zijn. De activiteiten vinden zowel binnen als buiten plaats. De benodigde materialen bestaan onder meer uit opstellingen voor experimenten, natuurlijke materialen en objecten, thermometers, werkbladen en knutselmateriaal voor het ontwerpen van een leefomgeving. Voor een uitgebreide beschrijving van de cursus wordt verwezen naar de volgende paragrafen.

De cursus is opgebouwd uit drie onderling verbonden onderdelen die stapsgewijs het begrip van natuurgebaseerde oplossingen (Nature-Based Solutions, NBS) bij studenten ontwikkelen. Het eerste onderdeel bestaat uit een korte introductie van NBS en een activering van eerder opgedane kennis over biodiversiteit en ecosystemen. Dit deel van de cursus kan zowel binnen als buiten plaatsvinden, op een geschikte locatie in de gekozen openbare groene ruimte (bijvoorbeeld zittend op een open grasveld). Hoewel dit onderdeel theoretisch van aard is, worden er concrete voorbeelden van NBS gegeven om ervoor te zorgen dat het leren ervaringsgericht blijft en direct verbonden is met praktijksituaties. Mogelijke voorbeelden zijn te vinden in het aanvullende document (.pptx) (Annex 1), evenals andere informatie die nodig is voor dit onderdeel van de cursus. Het aanvullende document dient altijd te worden aangepast aan de voorkennis, onderwijscontext en het profiel van de studenten, zodat de voorbeelden en activiteiten aansluiten bij de doelgroep. Daarnaast kan een oefening in systeemdenken worden opgenomen door vragen te stellen en te bespreken, zoals: "Wat verandert er als we minder vaak maaien?" of "Als we bomen planten in een bepaald gebied, wie profiteert daarvan en op welke manier?". Deze richtinggevende vragen kunnen studenten voorbereiden op de wandeling, waarbij zij natuurgebaseerde oplossingen in een echte omgeving zullen waarnemen.

Het tweede onderdeel van de cursus bestaat uit een wandeling door een openbare stedelijke (groene) ruimte, met vier thematische stations waarin observatie, eenvoudige experimenten en begeleide discussies worden gecombineerd. Indien dit niet haalbaar is, kunnen sommige stations ook binnen worden ingericht, vóór of na de wandeling. Deze stations zijn ontworpen om verschillende voorbeelden te behandelen van hoe natuurgebaseerde oplossingen kunnen worden toegepast in stedelijke gebieden. Voorbeelden hiervan zijn het creëren van leefgebieden, het ondersteunen van biodiversiteit, waterbeheer en het verminderen van hitte. Aan het begin komen de studenten samen in de gekozen openbare groene ruimte. Indien er informatie beschikbaar is over de geografische herkomst van soorten, het aantal soorten en de aanwezigheid van kleinere taxonomische eenheden, kan deze kort worden toegelicht. Vervolgens worden de studenten geïnformeerd over de wandeling en over de verschillende stations die zij onderweg zullen bezoeken.

Voordat de wandeling begint, kunnen de studenten starten met de activiteit **"Systeemweb"**. Deze activiteit begint met het kiezen van een 'rol'. Het doel van deze activiteit is studenten inzicht te geven in de onderlinge verbondenheid van systeemonderdelen, hun behoeften, uitdagingen en voortdurende interacties. Hiervoor worden kaarten met afbeeldingen gebruikt. Van elke afbeelding zijn evenveel kaarten beschikbaar, zodat de groepen uit een gelijk aantal studenten bestaan (dit is vooral belangrijk voor de laatste ontwerpactiviteit). De overkoepelende rollen zijn: 1) Bestuivers (wilde bijen, vlinders), 2) Bodemleven (regenwormen, schimmels, micro-organismen), 3) Stedelijke fauna (vogels, egels,

vleermuizen) en 4) Mensen. Na het kiezen van een kaart behoort elke student tot een van deze overkoepelende rollen. **Bij elk station worden de studenten uitgenodigd om vanuit het perspectief van hun rol na te denken over vragen als: "Wat heb ik hier nodig?", "Wat helpt mij?", en "Wat veroorzaakt problemen of maakt dingen moeilijk?".** Vervolgens noemen één of twee personen uit elke groep kort één of twee kernwoorden. Op deze manier krijgen alle rollen inzicht in de behoeften en uitdagingen van de andere actoren en in hun onderlinge samenhang.

Station 1: Biodiversiteit: "Wie leeft hier en waarom?"

Bij het eerste station bezoeken de studenten een gebied met gevarieerde vegetatie, bijvoorbeeld verschillende soorten bomen, struiken, gras en bloemenweiden. De studenten krijgen de ruimte om de aanwezige planten en mogelijke sporen van dieren te observeren. Gedurende ongeveer 15 minuten lopen zij rond in het gebied en noteren zij met behulp van een observatieblad of klembord welke soorten planten en andere elementen zij zien, evenals eventuele aanwijzingen voor de aanwezigheid van dieren.

Mogelijke begeleidende vragen zijn: *"Welke soorten planten zie je?", "Welke dieren zouden van deze plek gebruik kunnen maken?"* en *"Waar zouden zij zich kunnen verstoppen, voedsel vinden of nestelen?"*

Dit station kan verder worden ondersteund door studenten opgezette dieren (taxidermie) of afbeeldingen van dieren te laten bekijken. Vervolgens kan worden besproken of deze dieren in het gebied zouden kunnen voorkomen en waar zij zich zouden kunnen verschuilen, voedsel zoeken of nesten bouwen.

Het doel van deze activiteit is om inzichtelijk te maken dat een gevarieerde opbouw van vegetatie verschillende leefgebieden creëert, waardoor een groter aantal planten- en diersoorten wordt ondersteund. Dit vormt een voorbeeld van een natuurgebaseerde oplossing (Nature-based Solution, NBS) voor het bevorderen van biodiversiteit, omdat er geen technische infrastructuur nodig is en natuurlijke ecologische processen hun werk kunnen doen.

Voordat de wandeling wordt vervolgd, worden de vragen die horen bij de activiteit 'System Web' gezamenlijk besproken.

Station 2: Water en bodem: "Wat gebeurt er onder onze voeten?"

Dit station bevindt zich idealiter op een locatie waar studenten verschillende vormen van bodembeheer kunnen waarnemen, bijvoorbeeld grasland of een bloemenweide en een onverhard pad tegenover verhardingen van beton of asfalt. Het station bestaat uit een infiltratie-experiment dat ter plekke wordt uitgevoerd. Hiervoor worden verschillende flessen gebruikt die gevuld zijn met uiteenlopende bodemtypen (bijvoorbeeld begroeide bodem, verdichte bodem of stenen), samen met opvangbakken waarin het water wordt opgevangen. Het doel is om te observeren hoe snel water infiltreert en hoe verschillende bodems op water reageren. Een visueel voorbeeld van het voorgestelde experiment is te vinden in Figuur 1.

Het uitgangspunt is dat de bodem functioneert als een natuurlijke infrastructuur en als een natuurlijk systeem voor waterbeheer. De bodem neemt water op, slaat het op en ondersteunt leven, waardoor overstromingen en erosie worden verminderd en planten beter bestand zijn tegen droogte. Dit laat zien hoe de bodem kan functioneren als een natuurgebaseerde oplossing (Nature-Based Solution, NBS), doordat natuurlijke infiltratie en wateropslag technische afwateringssystemen gedeeltelijk kunnen vervangen.

Voordat de wandeling wordt vervolgd, worden de vragen uit de activiteit “Systeemweb” (hierboven beschreven) gezamenlijk besproken.

Figuur 10: Water en Bodem Experiment



Notitie. Foto genomen door Julia Fellingner als onderdeel van het eNABLS pilot project

Station 3: Mensen en Klimaat: “Waarom dit belangrijk is voor mensen”

Dit station bevindt zich op een locatie met verschillende soorten oppervlakken en vegetatiestructuren. Denk bijvoorbeeld aan schaduwrijke plekken onder bomen of struiken, open ruimtes met gras of een bloemenweide, en door mensen aangelegde open ruimtes zoals paden en de randen van bebouwde gebieden. Het doel is dat studenten een verscheidenheid aan situaties kunnen ervaren waarin zij verschillen in temperatuur, comfort, schaduw en geluid kunnen waarnemen.

De studenten krijgen ongeveer 15 minuten de tijd om het gebied te verkennen en op basis van een eenvoudige schetskaart warmtezones in kaart te brengen. Deze activiteit kan worden ondersteund door het gebruik van thermometers. Studenten kunnen hiervoor werken in groepen die zijn gevormd tijdens de activiteit “Systeemweb”.

Daarnaast kunnen studenten deelnemen aan een activiteit waarbij zij verschillende boomstructuren onderzoeken. Hiervoor gebruiken zij een kneedgum of niet-giftige klei die tegen de boomschors wordt gedrukt om de textuur vast te leggen. Vervolgens wordt de afdruk geïnt met een draagbaar stempelkussen en afgedrukt op papier.

Het doel van dit station is dat studenten begrijpen hoe bomen en groene ruimtes hittestress verminderen, het welzijn bevorderen en de bruikbaarheid van stedelijke ruimtes vergroten.

Voordat de wandeling wordt vervolgd, worden de vragen uit de activiteit “Systeemweb” gezamenlijk besproken.

Station 4: Experimentele zone: “NBS testen in de praktijk”

Het laatste station biedt studenten de mogelijkheid om een levend voorbeeld van een natuurgebaseerde oplossing (Nature-Based Solution, NBS) te observeren: een niet-beheerd of extensief beheerd gedeelte van de openbare groene ruimte, bijvoorbeeld een stuk gras dat niet wordt gemaaid. Studenten krijgen 15 minuten de tijd om dit gebied te verkennen en planten en dieren te observeren.

Daarbij kunnen zij hulpmiddelen gebruiken, zoals een observatieformulier of klembord, om hun waarnemingen vast te leggen.

Daarnaast kunnen studenten apps gebruiken, zoals ObsIdentify (of Google Lens en vergelijkbare toepassingen), om de soorten die zij tegenkomen te identificeren. Ook kunnen zij deelnemen aan de activiteit 'textuuronderzoek' door verschillende structuren van bomen en planten vast te leggen.

Het doel van dit station is om inzicht te krijgen in wat er gebeurt wanneer grasland niet intensief wordt onderhouden en welke invloed dit heeft op de diversiteit aan plantensoorten. Voordat de wandeling wordt afgesloten, worden de vragen uit de activiteit "Systeemweb" gezamenlijk besproken.

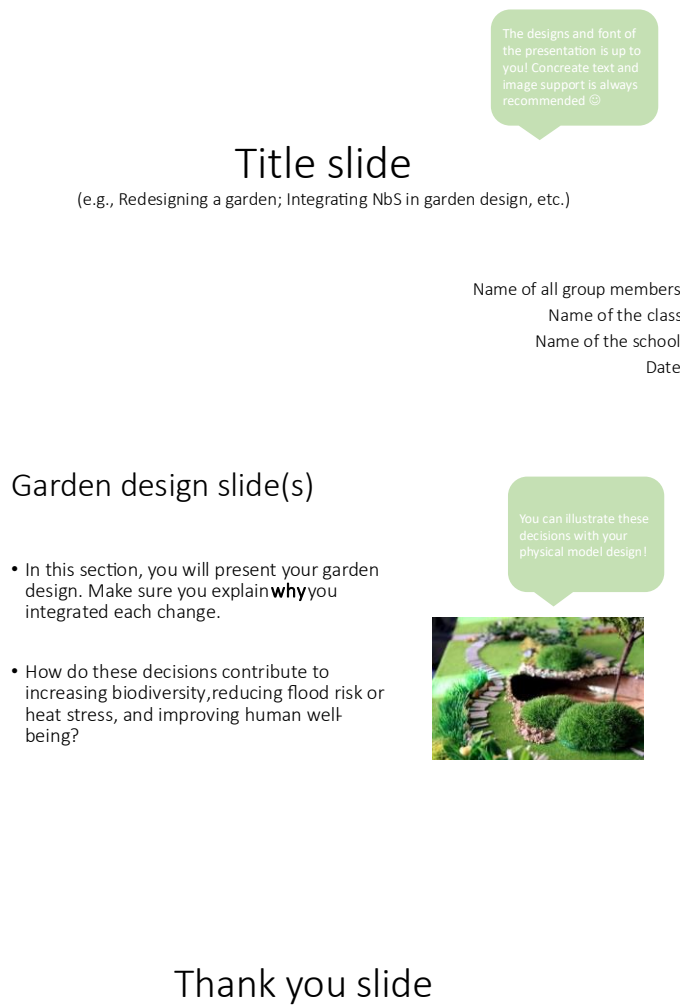
Het laatste onderdeel van de cursus bestaat uit een interactieve ontwerp- en presentatiefase, die binnen of buiten kan plaatsvinden, mits daarvoor een geschikte ruimte beschikbaar is. De studenten werken in kleine groepen (overeenkomstig de indeling uit de activiteit "Systeemweb") en krijgen een concrete praktijkopdracht: het herontwerpen van een tuin, achtertuin of vergelijkbare ruimte die te maken heeft met een afname van biodiversiteit.

Op basis van de observaties die tijdens de wandeling zijn gedaan, ontwikkelen de groepen natuurgebaseerde oplossingen door ruimte toe te wijzen aan vegetatie, dieren en menselijk gebruik op een evenwichtige en onderling samenhangende manier. Het doel is te laten zien hoe natuurgebaseerde oplossingen tegelijkertijd de biodiversiteit kunnen vergroten, het risico op overstromingen of hittestress kunnen verminderen en het menselijk welzijn kunnen verbeteren.

Voor deze activiteit krijgen de studenten visueel materiaal aangereikt, zoals kaarten of foto's van de locatie, evenals eenvoudige ontwerpmaterialen die discussie, planning en creatief denken ondersteunen.

Tot slot geeft iedere groep een korte presentatie van het ontwerp. Daarbij leggen de studenten uit hoe hun voorgestelde maatregelen functioneren als natuurgebaseerde oplossingen voor biodiversiteit en tegelijkertijd bijdragen aan klimaatadaptatie en menselijk welzijn. Wanneer gebruik wordt gemaakt van visuele ondersteuning (bijvoorbeeld PowerPoint-dia's), biedt Figuur 2 hieronder een voorbeeld van de voorgestelde presentatiestructuur.

Figuur 11: Presentatiestructuur



Literatuur:

Friedman, S., Morrison, S. A., & Rickards, A. (2025). Moving towards inclusion and connection: practitioners' conceptualisations of walking pedagogy. *Children's Geographies*, 23(2), 157-171. <https://doi.org/10.1080/14733285.2025.2476427>

Hmelo-Silver, C. E., Duncan, R. G., & Chinn, C. A. (2007). Scaffolding and Achievement in Problem-Based and Inquiry Learning: A Response to Kirschner, Sweller, and Clark (2006). *Educational Psychologist*, 42(2), 99–107. <https://doi.org/10.1080/00461520701263368>

Palmer, J. A. (1998). *Environmental Education in the 21st Century*. London: Routledge.

Qualmann, C., & Morris, B. (2025). Encountering Olympic landscapes: walking as a pedagogic tool in Stratford, London. *Research in Drama Education: The Journal of Applied Theatre and Performance*, 30(4), 718-738. <https://doi.org/10.1080/13569783.2025.2557841>

Shams, L., & Seitz, A. R. (2008). Benefits of multisensory learning. *Trends in Cognitive Sciences*, 12(11), 411–417. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2008.07.006>

3. NBS Gemeentelijke Ontwikkeling en Ruimtelijke Planning



3.1. NBS in de praktijk

Naam cursus: Klimaatwandelingen voor gemeentelijke ontwikkeling en ruimtelijke planning

Korte omschrijving:

Deze cursus laat deelnemers kennismaken met gemeentelijke ontwikkeling en ruimtelijke planning aan de hand van een Klimaatwandeling, gericht op natuurgebaseerde oplossingen (Nature-Based Solutions, NBS) in een gemeentelijke praktijkcontext. Tijdens een wandeling langs verschillende locaties gaan deelnemers in gesprek met betrokken stakeholders en onderzoeken zij gerealiseerde NBS-maatregelen die inspelen op uitdagingen zoals klimaatadaptatie, biodiversiteitsverlies, stedelijke veerkracht en leefkwaliteit. Door middel van observatie, discussie en kritische reflectie analyseren deelnemers hoe ruimtelijke keuzes en planningsbeslissingen de gemeentelijke omgeving vormgeven en beoordelen zij de maatschappelijke, ecologische en praktische effecten van natuurgebaseerde oplossingen in de praktijk.

De cursus is ontworpen als een flexibele en aanpasbare module die in verschillende gemeenten kan worden uitgevoerd, afgestemd op de lokale ruimtelijke context, openbare ruimtes en bestaande voorbeelden van natuurgebaseerde oplossingen. Voorafgaand aan de cursus identificeert de mbo-instelling of aanbieder van volwassenenonderwijs, bij voorkeur in samenwerking met de gemeente, geschikte voorbeelden van NBS, selecteert zij de locaties voor de Klimaatwandeling en legt zij contact met relevante stakeholders. De cursus bestaat uit vier mogelijke fasen: een planningsfase, een uitvoeringsfase, een reflectiefase en een ontwerpfase.

Waar passend kan de Klimaatwandeling, in plaats van volledig te worden georganiseerd door de onderwijsinstelling en betrokken stakeholders, worden voorafgegaan door een voorbereidende les of project waarin deelnemers zelf een actieve rol spelen bij het ontwerpen van de wandeling. Individueel of in kleine groepen onderzoeken zij de lokale ruimtelijke context, brengen zij bestaande, geplande of potentiële voorbeelden van natuurgebaseerde oplossingen in kaart, selecteren zij mogelijke locaties voor de wandeling, identificeren zij deskundigen, formuleren zij richtinggevende vragen en verzamelen zij relevante informatie over iedere locatie.

Met ondersteuning van de docent kunnen deelnemers ook bijdragen aan het contact met stakeholders of aan het voorbereiden van korte presentaties voor de wandeling. Tijdens de Klimaatwandeling kunnen zij vervolgens optreden als gids, waarbij zij de geselecteerde locaties presenteren en discussies met andere deelnemers begeleiden. Deze aanpak vergroot de betrokkenheid en eigenaarschap van deelnemers en ondersteunt de ontwikkeling van organisatorische vaardigheden, communicatieve vaardigheden, onderzoeksvaardigheden en competenties op het gebied van maatschappelijke participatie en actief burgerschap.

Onderwerpen:

De cursus richt zich op gemeentelijke ontwikkeling en ruimtelijke planning aan de hand van natuurgebaseerde oplossingen (Nature-Based Solutions, NBS), waarbij de thema's variëren afhankelijk van de lokale context (bijvoorbeeld landelijk of stedelijk gebied), de toegepaste NBS-maatregelen en de betrokken stakeholders. De deelnemers onderzoeken hoe openbare gemeentelijke ruimtes inspelen op milieu-uitdagingen met behulp van natuurgebaseerde oplossingen.

Belangrijke thema's kunnen onder meer zijn: het verminderen van hittestress in stedelijke gebieden, regenwater- en overstromingsbeheer, versterking van biodiversiteit, groene infrastructuur, inrichting van de openbare ruimte en duurzame en inclusieve mobiliteit. Aanvullende onderwerpen kunnen betrekking hebben op participatieve planning, stakeholderbetrokkenheid en het afwegen van verschillende sociale, ecologische en economische belangen binnen gemeentelijke besluitvorming.

Bij iedere locatie geven stakeholders praktijkgerichte uitleg over een specifieke natuurgebaseerde oplossing, het bijbehorende planningsproces en de effecten op de lange termijn. Deze locaties dienen echter niet uitsluitend als momenten van kennisoverdracht. Deelnemers worden ook gestimuleerd om de locatie zelf te observeren, vragen te stellen, verschillende perspectieven te bespreken en te reflecteren op de manier waarop de maatregel invloed heeft op de omgeving, de gemeenschap en de ruimtelijke context.

Met behulp van een ervaringsgerichte leerbenadering, opgebouwd uit introductie, directe ervaring en reflectie, en geïnspireerd door wandelpedagogiek als vorm van leren door beweging en verkenning, verbindt de cursus thema's uit ruimtelijke planning, milieu, samenleving en economie met stakeholderparticipatie. Daarmee wordt zichtbaar gemaakt hoe natuurgebaseerde oplossingen bijdragen aan duurzame en klimaatbestendige gemeentelijke ontwikkeling.

Doelgroep:

Beroeps- en volwassenonderwijs

Aanbevolen groepsgrootte: flexibel, bijvoorbeeld 10-25 deelnemers

Voorkennis: basiskennis van ecosystemen en ruimtelijke planning; er is geen uitgebreide voorkennis van natuurgebaseerde oplossingen (Nature-Based Solutions, NBS) vereist.

Interesse in natuur, ecologie, openbare groene ruimtes en interactieve activiteiten.

Methodologie:

De onderwijsaanpak combineert ervaringsgericht leren, wandelpedagogiek en challenge-based learning, afgestemd op deelnemers in het beroepsonderwijs en volwasseneneducatie. Door directe betrokkenheid bij echte gemeentelijke ruimtes, interactie met stakeholders en gezamenlijke discussies onderzoeken deelnemers hoe natuurgebaseerde oplossingen (Nature-Based Solutions, NBS) in de praktijk worden gepland, uitgevoerd en ervaren.

Wandelpedagogiek vormt een centraal onderdeel van de cursus doordat leren wordt gestimuleerd door beweging en verkenning. Deze pedagogische benadering bevordert inclusie en versterkt de verbondenheid tussen deelnemers, hun omgeving en de gemeenschap. Daarnaast wordt zij beschouwd als een flexibele en transformerende methode die deelnemers aanmoedigt kritisch na te denken over de contexten en plaatsen waar zij wonen en werken. Klimaatwandelingen bieden een laagdrempelige manier om verschillende perspectieven te verkennen, zich bewuster te worden van de omgeving en, idealiter, een meer holistisch inzicht te ontwikkelen in de toepassing van natuurgebaseerde oplossingen. Bovendien biedt de niet-hiërarchische opzet van dergelijke wandelingen kansen om de dialoog tussen sprekers en deelnemers te bevorderen.

Daarnaast zijn principes van challenge-based learning en onderzoekend leren geïntegreerd in de ontwerpopdracht rond gemeentelijke planning en in de gezamenlijke discussies die gedurende de cursus plaatsvinden.

De beoordeling is gebaseerd op de actieve deelname van de cursisten gedurende de volledige cursus. Hierbij wordt gekeken naar hun betrokkenheid bij discussies, hun observaties en reflecties, hun bijdrage aan de activiteit "Systeemweb" en hun samenwerking binnen de ontwerpopdracht rond gemeentelijke planning.

Aanbevolen aantal stops: 4-5.

Aanbevolen duur inclusief stops: Ongeveer 210–230 minuten (3.5–4 uur)

- Introductie NBS voor gemeentelijke ontwikkeling en ruimtelijke planning: 20–30 min
- Introductie Klimaatwandeling en instructies: 10 min
- Klimaatwandeling: 90 min
- "Systeemweb" activiteit: 30–40 min
- Gemeentelijke planning ontwerp opdracht: 60 min

Beoogde leeropbrengsten:

GreenComp Competences: Supporting Fairness (1.2); Promoting Nature (1.3); Systems Thinking (2.1); Problem Framing (2.3); Futures Literacy (3.1); Exploratory Thinking (3.3); Collective Action (4.2).

ESCO Green Skills: Herkennen van verschillende vormen van stedelijke duurzaamheid; Bespreken van ecosysteembeheer; Beoordelen van milieueffecten; Onderzoeken van strategieën voor groene openbare ruimtes; Vergelijken van duurzame technologieën; Inzicht krijgen in het belang van het beschermen van biodiversiteit; Onderzoeken hoe biodiversiteitsactieplannen worden ontwikkeld en uitgevoerd; Bespreken van de ontwikkeling van strategieën voor milieusanering en natuurherstel; Bevorderen van duurzaam denken en handelen; Herkennen van de verschillende perspectieven, belangen en planningsprioriteiten binnen het milieubeleid.

ESCO Transversal Skills: kritisch denken; holistisch denken; problemen identificeren; problemen oplossen; plannen; teamgeest bevorderen; openstaan voor verschillende perspectieven; nieuwsgierigheid tonen; ruimtelijke informatie verwerken; een discussie begeleiden; een publiek toespreken; actief deelnemen aan het maatschappelijk leven; de milieu-impact van persoonlijk gedrag evalueren; innovatief denken.

Activiteiten met publiek:

De Klimaatwandeling vormt de kern van de cursus. Deze wordt voorafgegaan door een introductiesessie over natuurgebaseerde oplossingen (Nature-Based Solutions, NBS) voor gemeentelijke ontwikkeling en ruimtelijke planning en wordt gevolgd door een activiteit rondom het “Systeemweb” en een ontwerpopdracht gericht op gemeentelijke planning. Deze activiteiten ondersteunen deelnemers bij het actief toepassen van de opgedane kennis.

Het aantal locaties binnen de Klimaatwandeling kan variëren afhankelijk van de onderwijscontext en de gekozen locatie. Het wordt echter aanbevolen de wandeling een overzichtelijke duur te geven (bijvoorbeeld ongeveer één uur) om de betrokkenheid van deelnemers te behouden. Daarnaast is het belangrijk voldoende loopafstand tussen de verschillende locaties in te bouwen, zodat er tijd is voor reflectie op de opgedane inzichten en voor onderlinge discussie. Een totale wandelafstand van ongeveer 1 tot 1,5 kilometer wordt aanbevolen.

De activiteiten vinden voornamelijk buiten plaats en, indien gekozen voor de introductie- of afsluitende fase, gedeeltelijk binnen. Benodigde materialen kunnen onder meer bestaan uit kaarten, observatieformulieren, foto's van de locaties, klemborden en schrijfmateriaal.

De **introductiesessie** kan zowel binnen als buiten plaatsvinden, op een geschikte locatie binnen de gekozen openbare gemeentelijke ruimte. Wanneer deze buiten plaatsvindt, kan dit fungeren als de eerste halte van de wandeling en worden begeleid door de docent of trainer. Hoewel dit onderdeel voornamelijk theoretisch van aard is, worden concrete voorbeelden van natuurgebaseerde oplossingen (Nature-Based Solutions, NBS) gebruikt om ervoor te zorgen dat het leren ervaringsgericht blijft en direct verbonden is met praktijksituaties. Mogelijke voorbeelden zijn opgenomen in het aanvullende document (**Annex 2, in het Engels**), evenals andere informatie die nodig is voor dit onderdeel van de cursus. Het aanvullende document dient steeds te worden aangepast aan de voorkennis, onderwijscontext en het profiel van de deelnemers, zodat de voorbeelden en activiteiten aansluiten bij de doelgroep.

Optioneel kan deze fase worden gevolgd door een planningsfase waarin de deelnemers zelf een actieve rol spelen bij het ontwerpen van de wandeling. Individueel of in kleine groepen onderzoeken zij de lokale ruimtelijke context, brengen zij bestaande, geplande of potentiële voorbeelden van natuurgebaseerde oplossingen in kaart, selecteren zij mogelijke locaties voor de wandeling, identificeren zij deskundigen, formuleren zij richtinggevende vragen en verzamelen zij relevante informatie over iedere locatie.

Met ondersteuning van de docent of trainer kunnen deelnemers ook bijdragen aan het contact met stakeholders of aan het voorbereiden van korte presentaties voor de wandeling. Tijdens de Klimaatwandeling kunnen zij vervolgens optreden als gids, geselecteerde locaties presenteren of experts introduceren en discussies met andere deelnemers begeleiden. Deze werkwijze vergroot het eigenaarschap en de betrokkenheid van de deelnemers.

Het tweede en centrale onderdeel van de cursus bestaat uit de Klimaatwandeling. Deze kan beginnen met een introductie door de docent of trainer over de opzet van de wandeling, waaronder het aantal haltes, de belangrijkste thema's en leerdoelen, de verwachte duur en het belang van het leren kennen

van verschillende perspectieven en het bespreken daarvan met mensen die de deelnemers nog niet eerder hebben ontmoet.

De groep wandelt gezamenlijk langs de geselecteerde locaties. Bij elke halte presenteert een betrokken stakeholder een concreet voorbeeld van een gerealiseerde natuurgebaseerde oplossing, inclusief de doelstellingen, het planningsproces en de effecten op de lange termijn. Vervolgens observeren en analyseren de deelnemers actief de locatie. Zij kunnen bijvoorbeeld zichtbare elementen van natuurgebaseerde oplossingen identificeren, nadenken over het gebruik van de ruimte, bespreken wie profiteert van de maatregel, mogelijke beperkingen of afwegingen signaleren en reflecteren op de gevolgen voor de omgeving, de gemeenschap en de ruimtelijke context.

Na iedere halte geven de stakeholders de deelnemers een eenvoudige vraag of opdracht mee waaraan zij in tweetallen werken tijdens de wandeling naar de volgende locatie. Dit stimuleert deelnemers om ideeën uit te wisselen, met elkaar in gesprek te gaan, bewuster naar hun omgeving te kijken en hierop te reflecteren.

Figuur 12: Klimaatwandeling voorbeeldstop



Notitie. Foto gemaakt door Julia Fellingner als onderdeel van het eNABLS Project

Na de wandeling nemen de deelnemers deel aan de ervaringsgerichte activiteit “Systeemweb”, die doorgaans binnen plaatsvindt, vergelijkbaar met de module NBS-basisvaardigheden (Fundamentals of NBS for VET). Hierbij nemen zij het perspectief aan van verschillende elementen binnen het systeem. Afhankelijk van het thema van de Klimaatwandeling kunnen deze perspectieven verschillende soorten binnen het ecosysteem vertegenwoordigen of verschillende stakeholders die betrokken zijn bij gemeentelijke planning en ontwikkeling. Deelnemers kunnen bijvoorbeeld de rol aannemen van lokale bewoners, gemeentelijke planners of stedelijke dieren.

Aan de hand van begeleidende reflectievragen denken deelnemers na over de invloed van elke maatregel op verschillende betrokkenen, welke voordelen en uitdagingen hieruit voortkomen en hoe ecologische, sociale en praktische belangen met elkaar samenhangen. De activiteit stimuleert systeemdenken doordat deelnemers inzicht krijgen in de onderlinge verbondenheid, behoeften en mogelijke spanningen die een rol spelen bij het plannen en uitvoeren van natuurgebaseerde oplossingen (Nature-Based Solutions, NBS) binnen een gemeentelijke context.

Tot slot nemen de deelnemers deel aan een ontwerpopdracht rond gemeentelijke planning, die doorgaans binnen plaatsvindt. Tijdens deze activiteit werken zij in kleine groepen aan een concrete

planningsuitdaging die aansluit bij de gemeentelijke context die tijdens de Klimaatwandeling is verkend. Dit kan betrekking hebben op een locatie die tijdens de wandeling is bezocht of op een andere relevante plek binnen dezelfde gemeente.

Op basis van hun observaties en discussies gedurende de cursus, evenals de verschillende perspectieven die zijn verkend tijdens de activiteit “Systeemweb”, ontwikkelen de groepen een voorstel voor een natuurgebaseerde oplossing die inspeelt op de vastgestelde ecologische en maatschappelijke uitdagingen.

Het doel van deze activiteit is te laten zien hoe natuurgebaseerde oplossingen kunnen bijdragen aan duurzame gemeentelijke ontwikkeling door tegelijkertijd klimaatadaptatie, biodiversiteit en stedelijke veerkracht te versterken, terwijl ook rekening wordt gehouden met uiteenlopende perspectieven van stakeholders en verschillende prioriteiten binnen het ruimtelijke planningsproces.

Literatuur:

Climate Walk (2022). Climate Walk By the Wanderers of Changing Worlds. <https://www.climatewalk.eu/>

Friedman, S., Morrison, S. A., & Rickards, A. (2025). Moving towards inclusion and connection: practitioners' conceptualisations of walking pedagogy. *Children's Geographies*, 23(2), 157-171. <https://doi.org/10.1080/14733285.2025.2476427>

Hmelo-Silver, C. E., Duncan, R. G., & Chinn, C. A. (2007). Scaffolding and Achievement in Problem-Based and Inquiry Learning: A Response to Kirschner, Sweller, and Clark (2006). *Educational Psychologist*, 42(2), 99–107. <https://doi.org/10.1080/00461520701263368>

Palmer, J. A. (1998). Environmental Education in the 21st Century. London: Routledge.

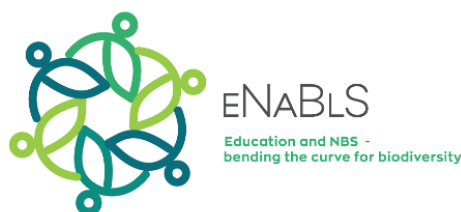
Qualmann, C., & Morris, B. (2025). Encountering Olympic landscapes: walking as a pedagogic tool in Stratford, London. *Research in Drama Education: The Journal of Applied Theatre and Performance*, 30(4), 718-738. <https://doi.org/10.1080/13569783.2025.2557841>

Shams, L., & Seitz, A. R. (2008). Benefits of multisensory learning. *Trends in Cognitive Sciences*, 12(11), 411–417. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2008.07.006>

Over eNABLS

eNABLS heeft tot doel de basis te leggen voor netwerkvorming en samenwerking die een transdisciplinaire dialoog bevordert en NBS-concepten en -benaderingen integreert in universiteiten, mbo-scholen, het werkveld en de bredere samenleving. Het initiatief richt zich op het ontwikkelen en opschalen van relationele en toegepaste vormen van onderwijs, leren en capaciteitsopbouw, waarbij een instellingsbrede aanpak (*Whole Institution Approach*) wordt gepromoot waarin universiteiten zelf fungeren als *Living Labs*. eNABLS geeft daarnaast prioriteit aan menselijke gezondheid en welzijn, sociale rechtvaardigheid en werkgelegenheid.

Om dit te bereiken heeft eNABLS *Living Labs* opgezet in zeven landen: Duitsland, Nederland, Finland, Oostenrijk, Litouwen, Griekenland en Tsjechië. Deze *Living Labs* dienen als platforms waarin diverse actoren samenbrengen om de transdisciplinaire dialoog te stimuleren en alle lagen van de samenleving te betrekken bij een holistische aanpak van biodiversiteitsverlies. Ze ondersteunen een rechtvaardige transitie door de economie op een eerlijke en inclusieve manier te vergroenen, betekenisvolle werkgelegenheid te creëren en ervoor te zorgen dat niemand achterblijft



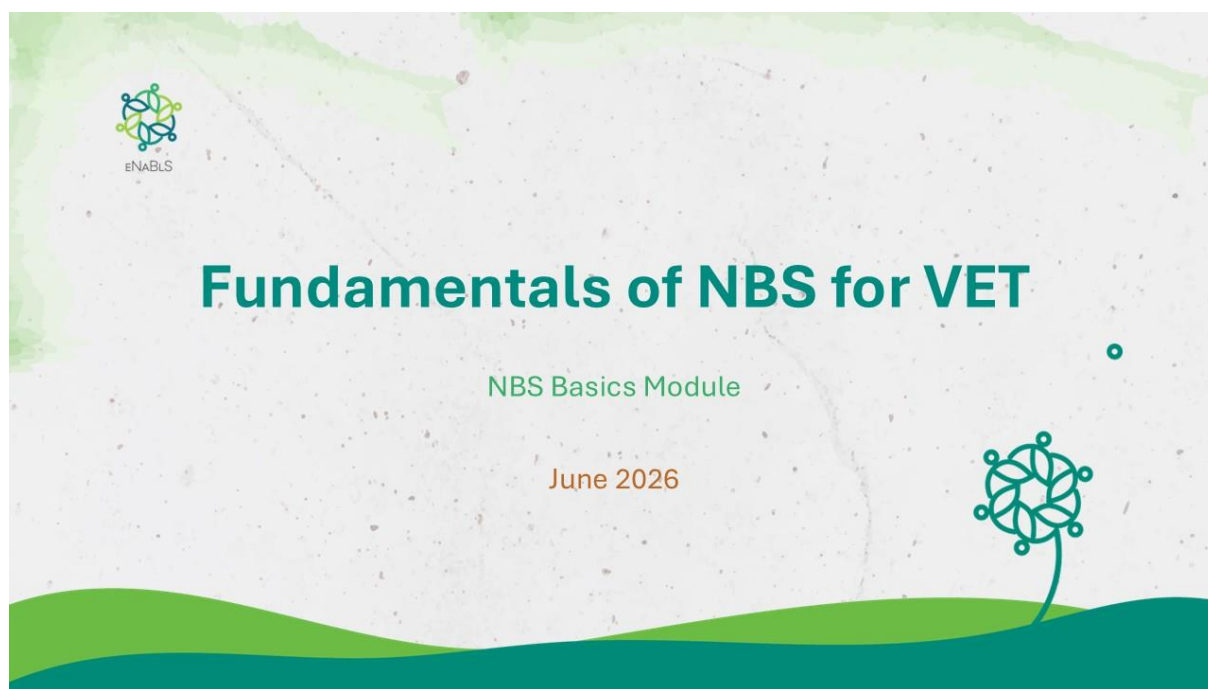
Partners



This document was translated with the assistance of the generative AI tool Microsoft CoPilot. Any personal data processed in this context is handled in accordance with the GDPR. All content decisions and final formulations were reviewed, checked, and approved by the authors.

Annex 1

Module 1 – Supplementary Document: Fundamentals of NBS for VET



Fundamentals of NBS for VET

NBS Basics Module

June 2026

Nature-based Solutions (NBS)

- Use ecosystems and the services they provide to address societal challenges (e.g. climate change, food security, natural disasters).
- Solutions to work with ecosystems rather than relying on conventional engineering interventions, to adapt and mitigate climate change effects.
- Can be used in conjugation with other intervention types.



Nature-based Solutions (NBS)



- 🔗 **Nature** relates to biodiversity (species, habitats, ecosystems) and/or ecosystem services.
- 🔗 **Nature-based** refers to ecosystem approaches, or direct utilization of elements of biodiversity.
- 🔗 **Solutions** refers to a specific problem or challenge for which some recognizable solution or more beneficial outcome exist.



Definitions

“Actions to protect, sustainably manage, and restore natural or modified ecosystems, that address societal challenges effectively and adaptively, simultaneously providing human well-being and biodiversity benefits.” (IUCN, 2016)

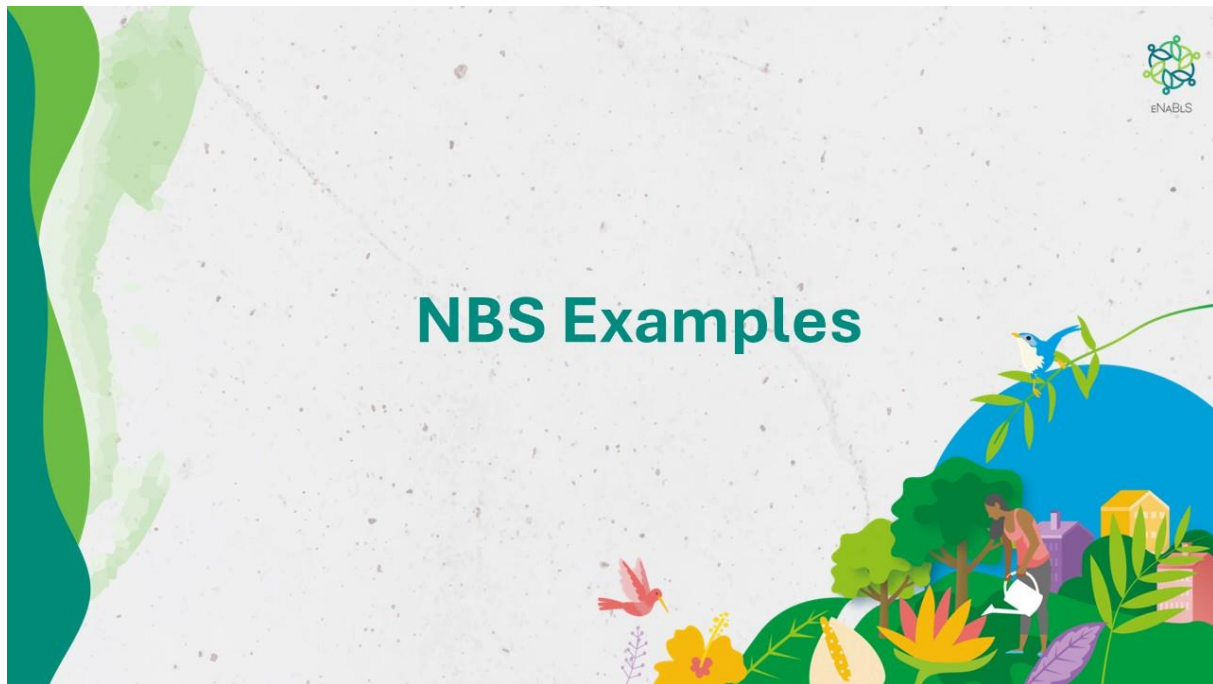
“Actions inspired by, supported by or copied from nature and which aim to help societies address variety of environmental, social and economic challenges in sustainable ways.” (European Commission, 2015)

NBS Goals



Research & Innovation Agenda on Nature-Based Solutions and Re-Naturing Cities	
Goals	Research & Innovation Actions
Enhancing sustainable urbanisation	 Urban regeneration through nature-based solutions
	 Nature-based solutions for improving well-being in urban areas
Restoring degraded ecosystems	 Establishing nature-based solutions for coastal resilience
	 Multi-functional nature-based watershed management and ecosystem restoration
Developing climate change adaptation and mitigation	 Nature-based solutions for increasing the sustainable use of matter and energy
	 Nature-based solutions for enhancing the insurance value of ecosystems
Improving risk management and resilience	 Increasing carbon sequestration through nature-based solutions

European Commission, 2015



Ecosystem Restoration

- 🌿 Reforestation and replantation of native vegetation to restore degraded landscapes.
- 🌿 Restoration of wetlands to improve water quality and biodiversity.
- 🌿 Regeneration of coral reefs and revitalization of depleted fisheries.
- 🌿 Rewilding of landscapes with key species in restoring and maintaining the structure and function of ecosystems.



CC-BY Creative Commons License (left: by Michael Hunter, right: by Warren Gold)

Ecosystem Protection



- 🔗 Conservation of undisturbed semi-natural areas to maintain their ecological integrity and the services they provide.
- 🔗 Establishment of protected areas to preserve wilderness and conserve biodiversity (e.g. *Natura 2000* – EU's network of protected sites that conserve Europe's most valuable species and habitats).
- 🔗 Restoration of degraded peatland ecosystems to mitigate climate-related challenges.
- 🔗 Indigenous land tenure systems, empowerment of local communities in natural resource management through initiatives.



CC-BY Creative Commons License (by Nicholas A. Tonelli)

Green-blue Infra and Sustainable Urban Design



- 🔗 Design, planning and implementation of infra and systems that integrate natural elements, offering multiple benefits to humans and the environment.
- 🔗 Installation of green roofs and walls.
- 🔗 Permeable pavements to enhance water management.
- 🔗 Creating green corridors and spaces.
- 🔗 Community gardens.
- 🔗 Fostering human-nature interaction in urban settings.



CC-BY Creative Commons License
(top: by Julian Osley; down: by Ciara Ní Riain)

Ecosystem-based Approaches (EbA) & Ecosystem Disaster Risk Reduction (Eco-DDR)



- 🔗 EbA focus on climate-related hazards to slow-onset climate change impacts, such as sea level rise.
- 🔗 Agroecological methods to restore and maintain soil health and protect water resources.
- 🔗 Mangrove restoration and sustainable management of forests as climate change resilience strategies.



CC-BY Creative Commons License (by NOAA)

Ecosystem-based Approaches (EbA) & Ecosystem Disaster Risk Reduction (Eco-DDR)



- 🔗 Eco-DDR addresses both climate-related (e.g. heat waves) and non-climate hazards (e.g. earthquakes).
- 🔗 Restoration of coastal wetlands to mitigate coastal erosion and provide flood protection.
- 🔗 Maintenance of healthy ecosystems to reduce the likelihood and severity of wildfires and landslides on forested mountains and slopes (stabilizing sediments).



CC-BY Creative Commons License (by Louisiana GOHSEP)

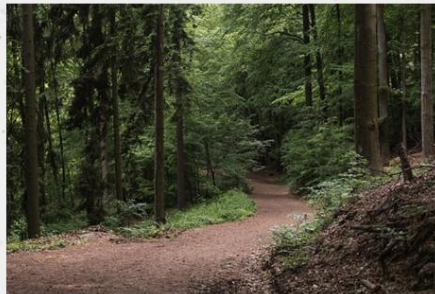
References



- 👤 Eisenber, B., & Polcher, V. (2019). Nature Based Solutions -Technical Handbook. *Personal Communication*, 2020-02.
- 👤 European Commission: Directorate-General for Research and Innovation (2015). Towards an EU research and innovation policy agenda for nature-based solutions & re-naturing cities – *Final report of the Horizon 2020 expert group on 'Nature-based solutions and re-naturing cities' – (full version)*. Publications Office. <https://data.europa.eu/doi/10.2777/765301>
- 👤 IUCN (2020). Global Standard for Nature-based Solutions. A user-friendly framework for the verification, design and scaling up of NbS. International Union for Conservation of Nature. <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2020-020-En.pdf>
- 👤 Jones, M., Keryan, T., de Wit, M., & Klawitter, J. (2024). Comprehensive Overview of Nature-Based Solutions: Harnessing Nature for Environmental and Social Benefits. eNaBLS Project Consortium. https://enabls.eu/wp-content/uploads/2025/07/eNaBLS_A_comprehensive_overview_to_NBS_v1.0.pdf
- 👤 Sowińska-Świerkosz, B., & García, J. (2022). What are Nature-based solutions (NBS)? Setting core ideas for concept clarification. *Nature-Based Solutions*, 2(100009). <https://doi.org/10.1016/j.nbsj.2022.100009>



A Walk Through a Public Green Space...

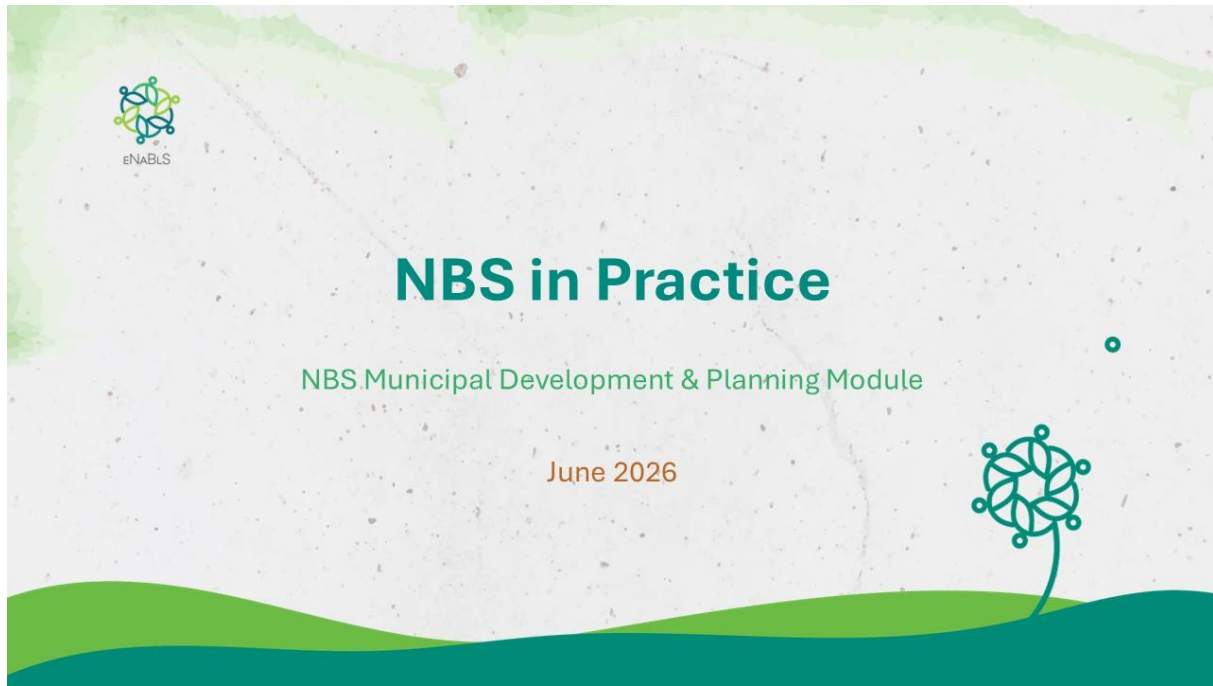


CC-BY Creative Commons License (left: by Denis Zastanceanu; right: by Alabama Extension)



Annex 2

Module 2 – Supplementary Document: NBS in Practice



NBS in Practice

NBS Municipal Development & Planning Module

June 2026

Urban Development

- 🌿 Cities can be more resource-efficient than rural areas per capita.
- 🌿 Yet cities are rarely rich in natural ecosystems and are often dominated by concrete, asphalt, and other “lifeless” surfaces.
- 🌿 Challenges such as **stormwater runoff** and **flooding, urban heat islands, poor air quality, and reduced biodiversity** highlight the need for effective urban management.
- 🌿 **NBS can play a crucial role!**



CC-BY Creative Commons License (by GB_1984)



Urban Green Spaces

- 🌿 Improve air quality;
- 🌿 Contribute to temperature regulation;
- 🌿 Help with stormwater management;
- 🌿 Contribute to both mental and physical well-being.



CC-BY Creative Commons
License (by Alabama Extension)

Green Roofs

- 🌿 Support stormwater retention;
- 🌿 Enhance energy efficiency;
- 🌿 Mitigate urban heat islands effects;
- 🌿 Improve air quality;
- 🌿 Promote biodiversity;
- 🌿 Reduce noise levels.



CC-BY Creative Commons License (by USEPA Environmental-Protection-Agency)



Retention Basins/Wet Ponds

- 🌿 Help reduce flood risk;
- 🌿 Improve water quality;
- 🌿 Create habitats that support biodiversity.



CC-BY Creative Commons License (by Drm310)



Insect-pollinated Vascular Plants



- 🦋 Enhance environmental quality;
- 🦋 Support pollinator populations;
- 🦋 Reduce pollution;
- 🦋 Provide essential ecosystem services for urban residents.



CC-BY Creative Commons License (by Ted Moravec)

Implementation of NbS: Governance & Planning



- 🦋 Nbs implementation requires **governance** and **planning** practices rooted in stewardship, reflexivity, dialogue, and long-term commitment.
- 🦋 In urban settings, key success drivers are open innovation, partnerships among stakeholders, together with education and training.
- 🦋 Policymakers should strengthen policy frameworks across the full NBS cycle while ensuring environmental justice.



References



- Hölscher, K., Frantzeskaki, N., Collier, M. J., Connop, S., Kooijman, E. D., Lodder, M., McQuaid, S., Vandergert, P., Xidous, D., Bešlagić, L., Dick, G., Dumitru, A., Dziubała, A., Fletcher, I., Adank, C. G-E., Vázquez, M. G., Madajczyk, N., Malekkidou, E., Mavroudi, M. (...), Vos, P. (2023). Strategies for mainstreaming nature-based solutions in urban governance capacities in ten European cities. *Urban Sustainability*, 3. <https://doi.org/10.1038/s42949-023-00134-9>
- Karamoutsou, L., Veliou, E., Kvernberg, E. B., & Psilovikos, A. (2024). Urban Stormwater Management: A Sustainable Approach. *Water*, 16(15). <https://doi.org/10.3390/w16152089>
- Li, Y., Zhai, W., Yang, Z., Tang, J., Li, H., & Huang, H. (2024). A review of nature-based solutions to environmental hazards through the lens of environmental justice. *SSRN*. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4724771>
- Meyer, W. B. (2013). The Environmental Advantages of Cities: Countering Commonsense. <https://doi.org/10.7551/mitpress/9513.001.0001>
- Oberndorfer, E., Lundholm, J., Bass, B., Coffman, R., Doshi, H., Dunnett, N., Gaffin, S., Köhler, M., Liu, K., & Rowe, B. (2007). Green Roofs as Urban Ecosystems: Ecological Structures, Functions, and Services. *BioScience*, 57. <https://doi.org/10.1641/B571005>
- Perivoliotis, D., Arvanitis, I., Tzavali, A., Papakostas, V., Kappou, S., Andreakos, G., Fotiadi, A., Paravantis, J. A., Souliotis, M., & Mihalakakou, G. (2023). Sustainable Urban Environment through Green Roofs: A Literature Review with Case Studies. *Sustainability*, 15(22). <https://doi.org/10.3390/su152215976>

References



- Phelan, P., Kaloush, K., Miner, M., Golden, J., Phelan, B., Silva, H., & Taylor, R. (2015). Urban heat island: Mechanisms, implications, and possible remedies. *Annual Review of Environment and Resources*, 40. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-102014-021155>
- Shahmohammad, M., Hosseinzadeh, M., Dvorak, B., Bordbar, F., Shahmohammadmirab, H., & Aghamohammadi, N. (2022). Sustainable green roofs: a comprehensive review of influential factors. *Environmental Science and Pollution Research*. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-23405-x>
- Skaldina, O., Nylund, A., & Ramula, S. (2024). Neglected puzzle pieces of urban green infrastructure: richness, cover, and composition of insect-pollinated plants in traffic-related green spaces. *Landscape Ecology*, 39. <https://doi.org/10.1007/s10980-024-01881-5>
- United Nations (n.d.) 68% of the world population projected to live in urban areas by 2050, says UN. <https://www.un.org/uk/desa/68-world-population-projected-live-urban-areas-2050-says-un>
- Zhang, X., Brandt, M., Tong, X., Ciais, P., Yue, Y., Xiao, X., Zhang, W., Wang, K., & Fensholt, R. (2022). A large but transient carbon sink from urbanization and rural depopulation in China. *Nature Sustainability* 5, 321–328. <https://doi.org/10.1038/s41893-021-00843-y>




A Climate Walk...




Photo: by Julia Fellingner as part of the eNABLS Project





ENABLS

Education and NBS -
bending the curve for biodiversity

www.enabls.eu