



Landåtervinning i Nederländerna ur ett ekologiskt hållbarhetsperspektiv

Med fokus på den konstgjorda ögruppen Marker Wadden

Fatima Zahi



Självständigt arbete • 15 hp

Sveriges lantbruksuniversitet, SLU

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap

Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

Landskapsarkitektprogrammet

Alnarp 2024

Landåtervinning i Nederländerna ur ett ekologiskt hållbarhetsperspektiv - med fokus på den konstgjorda ögruppen Marker Wadden

*Land reclamation in the Netherlands from an ecological sustainability perspective -
with a focus on the man-made island group Marker Wadden*

Fatima Zahi

Handledare: Anders Larsson, SLU, institutionen för landskapsarkitektur,
planering och förvaltning
Examinator: Anna Peterson, SLU, institutionen för landskapsarkitektur, planering
och förvaltning

Omfattning: 15 hp
Nivå och fördjupning: Grundnivå, G2E
Kurstitel: Självständigt arbete i landskapsarkitektur
Kurskod: EX0845
Program/utbildning: Landskapsarkitektprogrammet
Kursansvarig inst.: Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning
Utgivningsort: Alnarp
Utgivningsår: 2024
Omslagsbild: Gundlach, J. (u.å.). *Marker Wadden*. [fotografi].
<https://www.rijkswaterstaat.nl/en/projects/iconic-structures/marker-wadden#&gid=1&pid=2> [11/03-2024]. Används
med upphovspersonens tillstånd.
Upphovsrätt: Alla bilder används med upphovspersonens tillstånd.
Nyckelord: Nederländerna, Marker Wadden, landåtervinning, polders,
vattenhantering i Nederländerna, hållbar utveckling

Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap
Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

Sammanfattning

Kustområden har en hög befolkningstäthet. Människan har länge dragits till områden nära kusten på grund av möjlighet för transport och handel, samt tillgång till naturresurser. Samtidigt ökar världens befolkning och efterfrågan på land blir allt större. Även globaliseringens framväxt, värnandet om ekologiska värden och konsekvenserna av klimatförändringar ökar behovet av land, speciellt i kustområden. Till följd av detta har metoden landåtervinning börjat användas mer frekvent. Syftet med uppsatsen är därmed att analysera landåtervinning i Nederländerna, som är ett låglänt land. Detta sker utifrån det ekologiska hållbarhetsperspektivet för att erhålla en bättre förståelse för metoden samt undersöka dess ekologiska hållbarhet. Inledningsvis har en litteraturstudie gjorts med fokus på landåtervinningens historia i Nederländerna. Dessutom har en exempelstudie utförts om den konstgjorda ögruppen Marker Wadden, som är belägen i sjön Markermeer. Resultaten från litteraturstudien visar att landåtervinning har genomgått en utveckling där metod och systematik har förändrats, huvudsakligen på grund av framsteg inom teknologi och en förbättrad samordning. Ytterligare har anledningarna bakom återvinningsprojekten övergått till att främja en mer ekologiskt hållbar landåtervinning. Däremot finns det en tydlig konsekvens som har observerats genom historiens gång, nämligen att ytan börjar sjunka. Detta kallas för ytsänkning. Exempelstudien visar att Marker Wadden konstruerades för att förbättra den ekologiska statusen i sjön Markermeer. Projektet tillämpar en ny typ av landåtervinning som har ett mer naturbaserat tillvägagångssätt. Det finns positiva indikationer på att nya habitat har skapats. Dock finns det inga tecken på förbättringar av sjön Markermeers ekologiska förhållanden. Återigen noteras den genomgående konsekvensen ytsänkning. Eftersom Nederländerna är ett låglänt land skulle ytterligare sänkning av ytan orsaka förödelse. Utifrån detta har det konstaterats att landåtervinning inte är en ekologiskt hållbar metod i Nederländerna.

Nyckelord: Nederländerna, Marker Wadden, landåtervinning, polders, vattenhantering i Nederländerna, hållbar utveckling

Abstract

Coastal areas have a high population density. Humanity has long been drawn to coastal areas due to opportunities for transportation, trade, as well as access to natural resources. Concurrently, the world's population is increasing, leading to a greater demand for land. In addition, the rise of globalization, the emphasis on ecological values, and the consequences of climate change are also increasing the need for land, especially in coastal areas. As a result, the method of land reclamation has become more prevalent. The purpose of this thesis is to analyze land reclamation in the Netherlands, which is a low-lying country. This is done based on the perspective of ecological sustainability, in order to obtain a better understanding of the method and examine if it's an ecologically sustainable practice. Initially, a literature study was conducted, focusing on the history of land reclamation in the Netherlands. Furthermore, a case study was performed on the artificial island group Marker Wadden, situated in a lake called Markermeer. The results of the literature study demonstrate that land reclamation has evolved, primarily due to technological advancements and improved coordination. Moreover, the motivations behind reclamation projects have shifted towards promoting a more ecologically sustainable approach. However, a clear consequence observed throughout history is the sinking of the land surface, known as land subsidence. The case study shows that Marker Wadden was constructed to improve the ecological status of lake Markermeer. A more nature-based approach to land reclamation is adopted in the project. There are positive indications of new habitats being created. Nevertheless, there are no signs of improvements in the ecological conditions of the lake Markermeer. Once again, the persistence of land subsidence is also noted in this project. As the Netherlands is a low-lying country, further land subsidence could cause devastation. Based on this, it has been concluded that land reclamation is not an ecologically sustainable method in the Netherlands.

Keywords: the Netherlands, Marker Wadden, land reclamation, polders, water management in the Netherlands, sustainable development

Innehållsförteckning

| | |
|--|-----------|
| Begreppsförklaringar | 8 |
| 1. Inledning | 10 |
| 1.1 Bakgrund | 10 |
| 1.1.1 Landåtervinning och ekologisk hållbarhet | 10 |
| 1.2 Mål | 11 |
| 1.3 Syfte | 11 |
| 1.4 Frågeställningar | 11 |
| 2. Material och metod | 12 |
| 2.1 Litteraturstudie | 12 |
| 2.2 Exempelstudie | 12 |
| 2.3 Avgränsningar | 13 |
| 3. Litteraturstudie | 14 |
| 3.1 Nederländerna | 14 |
| 3.2 Landåtervinning | 14 |
| 3.2.1 Landåtervinning av våtmarker | 15 |
| 3.2.2 Landåtervinning av kustområden | 15 |
| 3.2.3 Landåtervinning av salt-påverkade jordar | 15 |
| 3.2.4 Landåtervinning efter gruvdrift | 16 |
| 3.2.5 Landåtervinning av torra marker | 16 |
| 3.2.6 Landåtervinning med påfyllnad av jord eller sediment | 16 |
| 3.2.7 Metoder för landåtervinning i Nederländerna | 16 |
| 3.3 Nederländernas historiska landåtervinning | 17 |
| 4. Exempelstudie: Marker Wadden | 25 |
| 4.1 Den femte potentiella poldern Markerwaard | 25 |
| 4.2 Markermeer | 25 |
| 4.2.1 Ekologiska konsekvenser | 25 |
| 4.3 Marker Wadden | 26 |
| 4.3.1 Design med fokus på ekologiska värden | 26 |
| 4.3.2 Ekologiska konsekvenser av Marker Wadden projektet | 27 |
| 5. Diskussion | 30 |
| 5.1 Utvecklingen av landåtervinning och ekologisk hållbarhet | 30 |
| 5.2 Marker Wadden och ekologisk hållbarhet | 32 |
| 5.3 Landåtervinning och dess ekologiska hållbarhet | 32 |
| 5.4 Metoddiskussion | 33 |
| 5.4.1 Litteraturstudie | 33 |
| 5.4.2 Exempelstudie | 33 |
| 5.5 Framtida forskning | 34 |

| | |
|---|-----------|
| 6. Slutsats..... | 35 |
| Referenser..... | 36 |
| Figurförteckning..... | 43 |
| Publicering och arkivering | 44 |

Begreppsförklaringar

| | |
|--------------------|---|
| Sediment | Fast material som transporteras och sedan avsätts i ett område. Materialet och dess storlek varierar väldigt mycket. Allt från stenar till organiskt material kan ingå i sediment (National Geographic 2024). |
| Flodmynning | Området där floden möter havet (National Geographic 2023). |
| Stormflod | Ett onormalt högt vattentillstånd under en storm (National Oceanic and Atmospheric Administration 2023). |
| Högvatten | Den högsta nivån som vattnet når upp till under tidvattencykeln (Nationalencyklopedin u.å.). |
| Slussar | En bassäng som är belägen vid en flod eller kanal (Britannica u.å.). Bassängen har portar på vardera änden som kan öppnas och stängas. Detta för att antingen höja eller sänka vattennivån i bassängen. Därmed kan fartyg sänkas eller lyftas för att färdas mellan olika vattennivåer (NE u.å.). |
| Havsbukt | Inbuktad form av en kustlinje (Britannica u.å.). |
| Delta | En landform av sediment som bildas när floden rinner ut i en större vattenmassa. Detta sker vid flodmynningen (National Geographic 2023). |
| Silt | Ett fast och dammliknande sediment som avsätts i ett område genom vind, is eller vatten. Silt består av sten och mineralpartiklar som är mindre än sand men större än lera (National Geographic 2023). |
| Muddra | Att schakta material från sjöbotten (National Oceanic and Atmospheric Administration 2024). |

- Kompaktering** Volymförändring av marken som uppstår när belastning appliceras på marken (De Glopper & Ritzema 2006).
- Konsolidering** Konsolidering, även kallat för kompaktering, är när sedimentets volym minskar på grund av exempelvis tryck från övre lager av sediment (Bjørlykke 1978).
- Ytsänkning** Sänkning av ytan som beror på underjordisk rörelse. Rörelsen orsakas vanligtvis av dränering genom pumpning, kompaktering (National Oceanic and Atmospheric Administration 2023), och konsolidering (De Glopper & Ritzema 2006).

1. Inledning

1.1 Bakgrund

Genom historiens gång har människor bosatt sig i kustområden på grund av tillgången till naturresurser och möjligheter för transport samt handel. Därmed består kustområden av en överväldigande hög befolkningstäthet (Chee, Othman, Sim, Adam & Firth 2017). Faktum är att 80 % av världens största befolkningscentra är belägna i kust- och deltaområden (Waterman, Misdorp & Mol 1998). Till följd av en allt snabbare befolkningstillväxt ökar därmed efterfrågan på land. Även globalisering och effekterna av klimatförändringar är bidragande faktorer till det utökade behovet av land (Bhunia, Chatterjee & Shit 2021). Efterfrågan på land har gett upphov till en ökad användning av metoden landåtervinning (De Lange 2014). Landåtervinning går ut på att förbättra en landform (Britannica u.å.) eller skapa nytt land från havet (Stauber, Chariton & Apte 2016). Metoden är inte ny men har intensifierats under det senaste århundradet (Ravilious 2023). En studie visar att landåtervinning under 2000-talet har blivit ett globalt fenomen i kustområden. En stor del av världens största kuststäder har lagt till mer än en kvarts miljon hektar land till deras kustlinjer. Denna mängd motsvarar en yta lika stor som landet Luxemburg. Majoriteten av landåtervinningen skedde i låglänta områden, där 70 % av det återvunna landet i dessa områden stod inför en hög risk för översvämningar (Sengupta, Choi, Tian, Brown, Meadows, Hackney, Banejee, Li, Chen & Zhou 2023). Låglänta områden ligger nära eller under havsnivån (Collins Dictionary u.å.). Ett lågt beläget land som har varit särskilt utsatt för vattnets påverkan är Nederländerna. Stigande havsnivåer har haft en betydande roll för det låglänta landskapet som har skapats i Nederländerna (Van Koningsveld, Mulder, Stive, Van der Valk & Van der Weck 2008). Landet har varit ledande i utvecklingen av vattenhantering, varav detta inkluderar metoden landåtervinning (Hoeksema 2007).

1.1.1 Landåtervinning och ekologisk hållbarhet

Ökad efterfrågan på land till följd av befolkningstillväxt, globalisering och ökade klimatförändringar är inte de enda faktorerna bakom den globala landåtervinningen. Även ekologisk restaurering nämns som en allt vanligare orsak för landåtervinning. Exempel på detta är ön Chongming i Kina samt ögruppen Marker Wadden i Nederländerna (Sengupta et al. 2023). Med en allt större mängd land som återvinns finns det även en växande oro kring landåtervinningens negativa effekter på miljön. Flera studier visar att landåtervinning har en negativ påverkan på ekosystem. Detta inkluderar bland annat förlust av habitat (Søndergaard & Jeppesen 2007), då naturliga habitat ersätts av konstgjorda. Fram till år 2030 uppskattas det att upp till 12,5 miljoner km² naturliga habitat kommer, potentiellt, ha omvandlats till konstgjorda habitat (Chee et al. 2017).

De negativa konsekvenserna på miljön väcker därmed frågor om landåtervinningen och dess långsiktiga ekologiska hållbarhet. Ekologisk hållbarhet är en utav tre dimensioner inom begreppet hållbar utveckling. Begreppet definieras som följande: “[...] en utveckling som tillgodoser dagens behov utan att äventyra kommande generationers möjligheter att tillgodose sina behov.” (Kungliga Tekniska Högskolan 2024). En ekologisk hållbarhet går därmed ut på att säkerställa en miljömässig utveckling där ekosystem kan behålla sina funktioner för framtida generationer (Södertälje kommun

2023). Med en ökad användning av landåtervinning blir det aktuellt att undersöka ifall metoden har potential att äventyra den miljömässiga utvecklingen för nästkommande generationer, särskilt i kustområden. I denna uppsats agerar begreppet hållbar utveckling, med fokus på den ekologiska dimensionen, som ett teoretiskt ramverk. Detta för att undersöka och diskutera landåtervinning i Nederländerna och dess potentiella långsiktiga hållbarhet ur ett ekologiskt perspektiv.

1.2 Mål

Målet är att främst undersöka landåtervinning i Nederländerna utifrån en historisk kontext. Därefter analyseras landåtervinningsprojektet Marker Wadden i form av en exempelstudie. Dessutom belyses de ekologiska konsekvenserna som har uppstått till följd av projektet. Samtliga delar diskuteras sedan ur ett ekologiskt hållbarhetsperspektiv.

1.3 Syfte

Syftet med uppsatsen är att få en ökad förståelse för landåtervinning, och dess ekologiska hållbarhet, i Nederländerna. Arbetet kan ge ökad insikt om landåtervinningens konsekvenser. Detta till alla som är intresserade av landåtervinning och yrkesverksamma inom områden som landåtervinning samt miljö.

1.4 Frågeställningar

- Hur har landåtervinning som metod utvecklats i Nederländerna?
- Vilka ekologiska konsekvenser har projektet Marker Wadden bidragit till?
- Är landåtervinning en ekologiskt hållbar metod i Nederländerna?

2. Material och metod

Litteratur- samt exempelstudien grundar sig på en kvalitativ innehållsanalys. En kvalitativ innehållsanalys syftar till att utforska och tolka information. Därefter kategoriseras informationen och ett mönster upprättas genom att relatera kategorierna till varandra (Gubrium & Holstein 1997). Genom arbetets gång har källor utvärderats kontinuerligt. En metod för utvärdering av källor har varit att använda ett iterativt förhållningssätt för informationen som samlades in. Förhållningssättet går ut på att man samlar in data för att sedan analysera det med syfte att upptäcka eventuellt bristande innehåll. Denna process upprepas tills ingen ny relevant information, för studiernas omfattning, påvisas (Busetto, Wick & Gumbinger 2020).

2.1 Litteraturstudie

Litteraturstudiens fokus har legat på historien av landåtervinning i Nederländerna. Studien utgörs främst av vetenskapliga artiklar på engelska. Detta för att hitta information om metoder för landåtervinning och vattenhantering i Nederländerna under respektive århundrade. Kapitel ett och två från boken *The Netherlands and the Dutch* (De Mulder 2018) har varit tongivande i litteraturstudien. Även uppslagsverk som Nationalencyklopedin samt Britannica har använts frekvent för att förklara diverse begrepp. Ytterligare har källor från organisationer inom statliga myndigheter använts för att återge förklaringar. Exempel på detta är den svenska organisationen Naturvårdsverket och den engelska organisationen National Oceanic and Atmospheric Administration. Litteratur har erhållits genom sökmotorer såsom Google, Google Scholar, SLU Primo och JSTOR. Sökning efter relevant litteratur har först gjorts på ett övergripande plan för att bilda en helhetsbild av landåtervinning. Därefter har urval av källor gjorts utifrån om texterna redovisar historisk information om landåtervinning i Nederländerna. Värdering av källorna har bedömts utifrån om texterna är vetenskapligt granskade samt ifall författarna har en relevant bakgrund inom ämnet. Ett visst antal källor är inte vetenskapligt granskade men bedömts som pålitliga på grund av författarens expertis inom ämnet. Information som har presenterats av ett flertal källor har prioriterats i litteraturstudien. Vid tillfällen där unik information återges har författarens expertis inom ämnet granskats, vilket har avgjort om källan ska användas eller inte.

2.2 Exempelstudie

Exempelstudien har presenterat och analyserat projektet Marker Wadden, som är en konstgjord ögrupp i Nederländerna (Rijkswaterstaat u.å.). För att återge information om Marker Wadden som helhet har källor från medverkande aktörer i projektet använts. Detta inkluderar organisationen Natuurmonumenten, företaget Boskalis samt den statliga organisationen Rijkswaterstaat. Dessutom har vetenskapliga artiklar på engelska använts för att beskriva rådande förhållanden i området. Förutom generell information om Marker Wadden har det även gjorts en djupgående analys av ekologiska konsekvenser utav projektet. Underlaget för denna del bygger mestadels på två reportage. Det första reportaget, *Rewilding the planet* (Irwin 2023), är skriven i den vetenskapliga tidskriftswebbplatsen Nature. Det andra reportaget, *The case of Marker Wadden. Can humans*

build islands that live up to the healing powers of nature? (Alberts 2023) har publicerats på hemsidan Adventure, som är en webbplats med fokus på resejournalistik. Reportagen är skrivna av journalister som har genomfört intervjuer med experter och andra som har varit verksamma i projektet. Detta inkluderar ingenjörer, specialister samt ekologer. Eftersom reportagen representerat ett brett spektrum av åsikter, har källorna bedömts som tillförlitliga och därmed använts i exempelstudien. Ytterligare vilar underlaget på radioavsnittet *Så ska konstgjorda öar rädda sjön Markermeer* som utgavs av programmet Vetenskapsradio På djupet (2019). Programmet är en del av Sveriges Radio och utgörs av intervjuer med personer som är verksamma i anslutning till projektet. Både exempelstudien och litteraturstudien agerar som resultat i denna uppsats.

2.3 Avgränsningar

Arbetets fokus ligger på landåtervinning i Nederländerna. Landet har valts ut på grund av dess låglänta landskap samt det faktum att det nederländska folket har beskrivits som pionjärer inom vattenhantering (Hoeksema 2007). Vidare ger litteraturstudien endast en helhetssyn över de viktigaste händelserna och innovationerna som tillkom under respektive århundrade. Inga tekniska detaljer om konstruktioner har presenterats i denna studie. Exempelstudien presenterar Marker Wadden som är en konstgjord ögrupp i Nederländerna. Konstruktionen startade 2016 (Natuurmonumenten u.å.) och är en av Nederländernas senaste landåtervinningsprojekt. Slutligen analyseras litteratur- och exempelstudien utifrån det ekologiska hållbarhetsperspektivet. Endast den ekologiska dimensionen har valts ut för att möjliggöra en mer djupgående analys.

3. Litteraturstudie

3.1 Nederländerna

Nederländerna är ett land som ligger i nordvästra Europa. Landet har en befolkning på 17.9 miljoner invånare och är ett av världens mest tätbefolkade länder (NE u.å.). Nederländerna är ett lågt slättland som angränsar till Nordsjön (Waterman et al. 1998). Landet är beläget i ett delta av tre floder: Rhen, Maas och Schelde (De Mulder 2018c). Samtliga floder mynnar ut i Nordsjön (Gerritsen 2005). Runt 26 % av Nederländernas landmassa ligger under havsnivå (Dutch Water Authorities u.å.). Utan användningen av vallar, diken och pumpar hade 65 % av landet varit under havet vid högvatten (Hoeksema 2007).



Figur 1. Nederländerna. Källa: (TUBS 2011). (CC BY-SA 3.0).

3.2 Landåtervinning

Landåtervinning är en metod som går ut på att skapa nytt land från havet (Stauber et al. 2016), eller förbättra land för att möjliggöra en mer intensiv användning (Britannica u.å.). Det finns olika slags metoder och därtill subkategorier inom metoderna baserat på vilken teknik som används. Nedan listas några metoder för landåtervinning som har använts globalt.

3.2.1 Landåtervinning av våtmarker

Våtmarker är områden där det samlas vatten under en större del av året samtidigt som minst 50 % av vegetationen är vattenälskande (Naturvårdsverket 2023). För att återvinna våtmarker ligger fokuset på att få bort vattnet, vilket kallas för dränering. Vid en dränering är det väsentligt att skapa ett utlopp för vattnet. Detta görs främst genom utgrävning av diken som rör sig från våtmarken till exempelvis ett hav. Storleken på diket, landets topografi samt jordens skikt är samtliga faktorer som spelar roll vid utformning av diket. Ytterligare en faktor som är av särskild betydelse är jordens förmåga att släppa igenom vätska, även benämnd som permeabilitet. Ifall jorden har en låg permeabilitet, en egenskap som lerjordar ofta har, kvarstår mycket överflödigt vatten. Det överflödiga vattnet måste därför avlägsnas genom ett större antal diken. En konsekvens av denna teknik är ytsänkning, som främst förekommer när dränering av torvmarker sker (Britannica u.å.). Torvmarker bildas under syrefattiga och blöta förhållanden samt innehåller organiskt material (Naturvårdsverket 2023). Vid dränering blir torv bördigt då det innehåller organiskt material (Van der Leeuw 2012). När torvmark dräneras och vattennivån sjunker kommer torven i kontakt med syre. Till följd av detta börjar torven (Hoeksema 2007), och även det organiska materialet, brytas ned (Britannica u.å.). Vid nedbrytning av torvmark släpps även koldioxid ut (Naturvårdsverket 2023). Resultatet efter nedbrytningen blir att markmaterialet går förlorat, markytan sätter sig och det leder till en sänkning av ytan (Britannica u.å.).

Ett ekosystem som återfinns vid kuster och flodmynningar är saltängar. En saltäng är en slags våtmark som består av lera och torv. Vidare översvämmas saltängar ständigt av saltvatten från havet (National Oceanic and Atmospheric Administration 2024). Landåtervinning av saltängar kan ske genom att placera ut vallar för att stänga av flodmynningar. Sedan tillverkas ett system av portar som öppnas och stängs vid låg- eller högvatten. Alternativt kan pumpar användas för att lyfta vattnet över vallarna (Britannica u.å.).

3.2.2 Landåtervinning av kustområden

För att återvinna land intill kuster inleds processen med konstruktion av vallar, ute på havet, som går parallellt med kustlinjen (Britannica u.å.). Vallar är strukturer som används för att kontrollera vattenflödet från en flod, sjö eller ett hav (National Geographic 2023). Efter konstruktionen av vallar dräneras vattnet som ligger mellan vallarna och kustlinjen (Britannica u.å.).

3.2.3 Landåtervinning av salt-påverkade jordar

I torra klimat samt områden som regelbundet utsätts för översvämningar av havsvatten, kan jorden ha en hög salthalt. Detta eftersom vattnet evaporerar men saltet stannar kvar. På så sätt kan ackumulering av salt ske i dåligt dränerade jordar. Ifall saltet inte avlägsnas genom att sköljas bort med vatten, ackumuleras saltet och tillväxten av växter hämmas. Därför utförs landåtervinningen i de salt-påverkade jordarna genom att först dränera dem och sedan bevattna dem med saltfritt vatten (Britannica u.å.).

3.2.4 Landåtervinning efter gruvdrift

Områden där gruvdrift har pågått behöver återvinnas och saneras för att värna om ekologiska värden. Processen går ut på att först sanera området (SGU Geological Survey of Sweden 2022). Efteråt jämnas marken ut och organiskt material läggs till i området (National Mining Association u.å.). Landåtervinning efter gruvdrift är dock oftast begränsad till plantering av skog, skapandet av rekreationsområden och utveckling av betesmark. Odling av grödor är sällsynt. Detta beror på att återplantering av växter, vilket sker vid odling, försvåras av den sterila markens oregelbundna och branta topografi. Dessutom kan utjämning av marken leda till en överdriven kompaktering, något som ytterligare gör det mindre lämpligt för växternas levnadsvillkor (Britannica u.å.).

3.2.5 Landåtervinning av torra marker

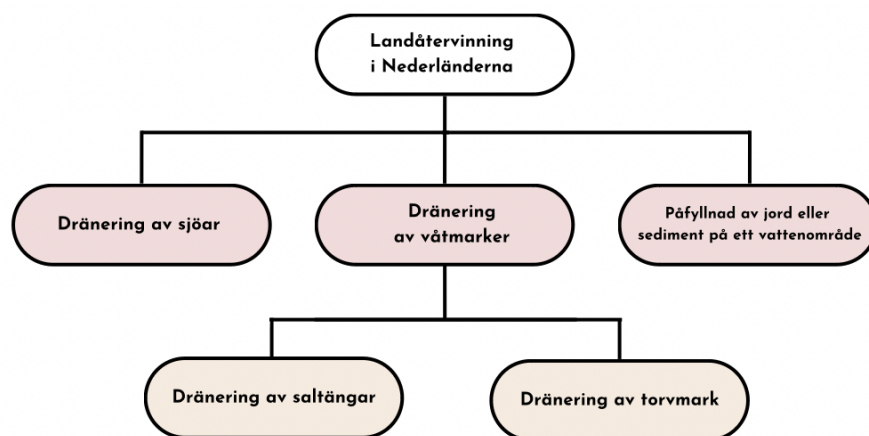
Bevattning av torra marker är en utbredd metod för landåtervinning och används världen över. I USA används bevattning främst för torra, halvtorra och fuktiga områden. Ytterligare områden som återvinns är ökenområden. Detta sker främst i Mellanöstern och har pågått under tusentals år. Syftet med landåtervinning av torr mark är att omvandla det till jordbruksmark (Britannica u.å.).

3.2.6 Landåtervinning med påfyllnad av jord eller sediment

Genom att fylla vattenområden med jord eller sediment kan mindre delar av land återvinnas. Denna metod sker främst i grunda vattendrag, såsom sjöar, för expansion av hamnområden och urbana områden. Metoden har använts i Nederländernas huvudstad Amsterdam sedan 1300-talet. Även kustlinjer kan utökas med denna teknik. I Nederländerna har detta utvecklats för att tillämpa ett mer naturbaserat tillvägagångssätt (De Mulder 2018b).

3.2.7 Metoder för landåtervinning i Nederländerna

I Nederländerna har främst fyra typer av landåtervinning implementerats under historiens gång. Detta inkluderar dränering av sjöar, påfyllnad av jord på ett vattenområde, dränering av saltängar samt dränering av torvmark (De Mulder 2018b).



Figur 2. Metoder för landåtervinning i Nederländerna. Illustration av Fatima Zabi (2024).

3.3 Nederländernas historiska landåtervinning

Innan 1000-talet

Under de tidigaste geologiska epokerna var Nederländerna uppbyggt av sediment som hade avsatts från floderna i området (Borger & Ligtendag 1998). Runt 3000 f.Kr började havsnivåhöjningen avta (Hoeksema 2007). Detta resulterade i bildandet av sanddynor som rörde sig västerut. Sanddynorna påbörjade så småningom en utfyllnad av kustlinjen. Därmed utvecklades gynnsamma förhållanden för våtmarker öster om sanddynorna, något som gav upphov till tillväxt av torv. Under denna period kunde bosättningar endast utvecklas längs floder, flodmynningar samt områden som låg på hög höjd. Platserna där människorna bodde på, nära havet, visade sig utgöra goda lägen för handel då varor enkelt kunde transporteras utomlands (De Mulder 2018a). Samtidigt försökte invånarna skydda sina hus och ägodelar från stormfloder och högvatten genom att bygga artificiella kullar av jord, även kallat terpen. När havsnivån åter började stiga behövde kullarna höjas regelbundet (Borger & Ligtendag 1998).

Under 1000-talet

I början av 1000-talet började människor etablera sig i områden där det fanns mycket torv med avsikt att omvandla ytorna till jordbruksområden (Hoeksema 2007), samt använda torven för bränsle (De Mulder 2018a). Detta gjordes genom att diken grävdes ut på torvmarken för att sänka dess vattennivå (Hoeksema 2007). Dränering av torvmarken resulterade i en nedbrytning av torv. Påföljden av detta var att marken blev alltmer kompakt (De Mulder 2018a), och därmed började markytan sjunka (Hoeksema 2007). Därav ökade även risken för översvämningar (De Mulder 2018a). I vissa områden sjönk markytan runt floderna först, vilket ledde till en betydande mängd vatten som samlades och som därefter bildade sjöar (Hoeksema 2007). Då en allt större mängd vatten tog sig in i landet gick Nederländerna miste om land. För att få bukt med problemet började arbetet med att bygga vallar (Borger & Ligtendag 1998).



Figur 3. Enkel vall. Källa: ([Leonhard Lenz 2021](#)). ([CC0 1.0](#)).

Drivkraften bakom initiativet att konstruera vallar var lokalbefolkningen. Detta var något som lokalbefolkningen var tvungna att göra då deras framtid var hotad (Borger & Ligtendag 1998). Värt att notera är att konstruktioner av vallar genomfördes på flera platser i Nederländerna, däremot var det oftast isolerade projekt (Wolff 1992). Då vattnet allt oftare utgjorde ett problem för samhället etablerades lokala förvaltningar vars syfte var att tillämpa regler gällande vattenhanteringen. Deras uppgifter inkluderade underhåll av vallar samt förvaltning av lokala vattensystem. Förvaltningarna agerade självständigt och var oberoende av myndigheterna. Däremot hade de viss auktoritet då de kunde bötfälla samt förbjuda människor från att vistas på sina fastigheter ifall förvaltningens instruktioner ignorerades (Borger & Ligtendag 1998).

Mellan 1100- och 1300-talet

Under denna period började de, tidigare lokala förvaltningarna, utvecklas till regionala organisationer med mer inflytande (Borger & Ligtendag 1998). Numera kunde ett dräneringssystem för en region hanteras av en förvaltning (Van Koningsveld et al. 2008), vilket exemplifierade sig i det faktum att det bildades ett kollektivt system av vallar (Borger & Ligtendag 1998). I samband med detta började det nederländska folket bygga s.k. polders (Schultz 2008). Polders är lågt belägna områden som ligger under havsnivå samt omges av vallar. Vallarna förhindrar att vattnet strömmar in i ytorna och därmed översvämmas dem (Gerritsen 2005). Oftast är polders återvunna från sjöar (Britannica u.å.). Detta innebär att området har dränerats på vatten med hjälp av diverse medel för att göra det torrt (NE u.å.). Efter skapandet av polders krävs regelbunden dränering för att upprätthålla dem (Gerritsen 2005), vilket bidrar till en betydande ytsänkning (De Mulder, Van Bruchem, Claessen, Hannink, Hulsbergen, & Satijn 1994). Till en början dränerades polders med enkla slussar (Schultz 2008).



Figur 4. Polders i mindre format. Källa: (Komen 2013). ([CC BY-SA 2.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.0/)).

Mellan 1400- och 1500-talet

På 1400-talet började väderkvarnar användas för att dränera översvämmade landområden (Butler 1972). Dessutom dränerades polders med väderkvarnarna (Borger & Ligtendag 1998). Användningen av väderkvarnar underlättade processen (Schultz 2008), genom att reducera tiden som krävdes för dränering (De Mulder 2018b). Däremot bidrog dräneringen till en ytsänkning (Borger & Ligtendag 1998). Detta berodde på att sjöbotten innehöll ett övre lager av torvresten och ett undre lager av lera. När väderkvarnarna dränerade vattenområdet exponerades det övre lagret av torv. Torven började brytas ned och kompakterades. Samtidigt kompakterades även det undre lagret av lera, vilket ledde till att den återvunna ytan sjönk och blev blöt igen. Därmed krävdes en djupare dränering (De Mulder 2018b).



Figur 5. Væderkvarnar. Källa: (Agudelo 2019) från Unsplash.

Sjöar som bildades under 1000-talet växte och blev allt större, vilket bidrog till att dränering av sjöar utökades. En fördel med denna metod var att de dränerade sjöarna kunde omvandlas till jordbruks- eller betesmark. Eftersom det nederländska folket tidigare dränerat torvmark, hade torven brutits ned. Därmed hade även dess övre lager, som innehåller organiskt material, förmultnat. Det som var kvar på botten var bördig och lerig jord. Dränering av sjöar gjordes med hjälp av væderkvarnar, vars antal anpassades efter sjöns storlek. Exempelvis användes endast en væderkvarn för sjöar som var mindre än 600 hektar, medan en ökad mängd væderkvarnar var nödvändig för större sjöar (Hoeksema 2007). Med en allt större mängd betesmark som bildades började fler människor involvera sig i tillverkningen av mejeriprodukter såsom smör och ost. Mejeriprodukter sålde väl i städer, därav förbättrades mejeriproduktionen. Holländska kor producerade, under 1500-talet, dubbelt så mycket mjölk som kor i övriga Europa. Detta resulterade i en sänkning av priser för holländska mejeriprodukter och gjorde dem till attraktiva handelsvaror (De Mulder 2018b).

Mellan 1600- och 1700-talet

Tidsperioden i fokus benämns ofta som den nederländska guldåldern (De Mulder 2018a). Teknologiska framsteg och ekonomiska framgångar ökade människans inblandning vad gäller landåtervinning samt vattenhantering. Det gjordes tekniska framsteg, vilket innebar att väderkvarnarna blev större och att befintliga vallar förstärktes. Ett resultat av de avancerade tekniska innovationerna var fortsatt och mer storskalig landåtervinning av sjöar (Van Koningsveld et al. 2008). Ett exempel på detta var sjön Beemster som var 2.6 gånger större än den totala ytan av alla sjöar som hade dränerats under 1500-talet (Hoeksema 2007). Sjön gjordes om till en polder under det tidiga 1700-talet (De Mulder 2018b). Dessutom ökade antalet landåtervunna områden, återigen med avsikt att öka mängden jordbruksmark (Van Koningsveld et al. 2008). Jordbruk, boskapsuppfödning och torvvutvinning för bränsleanvändning intensifierades och bidrog till Nederländernas framgång (De Mulder 2018a).

År 1797 etablerades den nationella organisationen Rijkswaterstaat. Organisationen tog itu med förbättring av vattenhanteringen genom underhåll av floder och kanaler samt konstruktion av polders. Dessutom bedrevs forskning om vattnets rörelse. Därav utvecklades nya tekniker och material för att garantera säkerheten för lokalbefolkningen, speciellt eftersom Nederländerna blev allt mer urbaniserat (Borger & Ligtendag 1998). Innan organisationens etablering var ansvaret för vattenhantering splittrat och fördelat mellan bland annat de tidigare lokala förvaltningarna (Rijkswaterstaat u.å.).

Under 1800-talet

Dränering av mindre sjöar hade, fram till 1800-talet, varit drivna av privata aktörer. Detta eftersom den ekonomiska risken för dränering av större sjöar översteg de acceptabla marginalerna för privat finansiering. Efter etableringen av Nederländerna som en nationalstat började därmed allt större sjöar dräneras (Borger & Ligtendag 1998). Till och med detta århundrade bedrevs en allt mer intensiv dränering av sjöar på grund av den långsamt stigande havsnivån och den pågående ytsänkningen (Van Koningsveld et al. 2008). Under 1800-talet började även ångdrivna pumppmotorer användas istället för väderkvarnar (Kielen 2009). Den största sjön som dränerades (Hoeksema 2007), och omvandlades till en polder (De Mulder 2018b), i Nederländerna var sjön Haarlemmermeer. Dräneringen av sjön skilde sig åt på många vis från tidigare dränering av sjöar. Sjön Haarlemmermeer var 2.5 gånger större än den tidigare nämnda sjön Beemster. Dessutom var det inte ett projekt som finansierades privat, utan ett offentligt byggprojekt. Utöver detta var projektet den första stora framgången med användningen av ångdrivna pumpar (Hoeksema 2007).

Under 1900-talet

1900-talet utgjorde en vändpunkt gällande vattenhanteringsstrategier då ett mer helhetsorienterat tillvägagångssätt applicerades (Van Koningsveld et al. 2008). Även säkerheten för människorna beaktades i större grad till följd av ett mer urbaniserat samhälle i Nederländerna. Nya tekniker gällande landåtervinning utvecklades (Borger & Ligtendag 1998), varav detta inkluderade att elektriska- samt dieselmotorer började ersätta väderkvarnarna (Schultz 2008). Århundradet kännetecknades av två projekt (Wolff 1992), som genomfördes i en större omfattning än tidigare. Det första var Zuiderzeeprojektet (Van Koningsveld et al. 2008).

Zuiderzee var en tidigare havsbukt i centrala Nederländerna som uppstod under 1200-talet till följd av översvämningar (NE u.å.). Havsbukten var ansluten till Nordsjön och trängde in i Nederländerna från 1200-talet fram till 1900-talet (Britannica u.å.). År 1916 drabbades Nederländerna av en stormflod, vilket resulterade i en översvämning som eroderade områden längs havsbukten Zuiderzee. Samtidigt dog över 50 människor (De Mulder 2018b). Detta skyndade på en plan om att bygga en damm, vid namn Afsluitdijk, som separerade Zuiderzee i två delar (se figur 6). Den ena delen, Waddenzee, var öppen mot Nordsjön medan den andra delen, IJsselmeer, blev en sjö (Britannica u.å.). Afsluitdijk stod klart år 1932 och blev 32,5 kilometer lång (De Mulder 2018b). Målet med dammen var att blockera Nordsjöns inflytande på Zuiderzee (Hoeksema 2007), för att sedan motverka fler översvämningar i området. Dammen agerade dessutom som en motorväg och skapade förbindelser mellan provinserna Noord-Holland samt Friesland (De Mulder 2018).

I samband med bygget av Afsluitdijk fanns även idén om att skapa större polders (Hoeksema 2007). Under 1900-talet blev detta en verklighet och fyra polders byggdes i den nya sjön IJsselmeer (De Mulder 2018b), även benämnda som IJsselmeerpolderarna (NE u.å.). Även en femte potentiell polder, Markerwaard, var planerad (Britannica u.å.). 2003 bestämdes det dock att konstruktionen av Markerwaard poldern inte skulle genomföras (De Mulder 2018b). Två av IJsselmeerpolderarna, Wieringermeer Polder och Noordoostpolder, byggdes i direkt anslutning till inlandet. De två senare polderarna, Oostelijk- och Zuidelijk Flevoland, omgavs av vatten och var sammankopplade med varandra (se figur 6). Detta gjordes för att inlandet inte skulle behöva pumpa ut vatten hela tiden, något som behövdes göra i samtliga polders (De Mulder 2018b). Mängden land som bildats efter färdigställandet av polderarna i Flevoland, mellan 1930 och 1968, motsvarade 1650 km². Detta motsvarade en 5 % ökning av torrt land för Nederländerna (Hoeksema 2007). En konsekvens av konstruktionen av polderarna i Flevoland var ytsänkning (Rijkswaterstaat 2019). Zuidelijk Flevoland var särskilt utsatt för detta. Orsaken bakom ytsänkningen är en kompaktering och krympning av lera och torv (Fokker, Gunnink, Koster & De Lange 2019). År 1975, efter konstruktionerna av IJsselmeerpolderarna, byggdes ytterligare en damm vid namn Houtribdijk (se figur 6). Dammen byggdes i sjön IJsselmeer för att skilja den i en nordlig och sydlig del. Den norra delen skulle förbli IJsselmeer medan den södra delen var avsedd för den femte potentiella poldern Markerwaard, som aldrig blev av. Senare fick denna del av sjön namnet Markermeer (Voet 2021).

Anledningarna bakom skapandet av IJsselmeerpolderarna var att förbättra kommunikationen mellan landets södra och norra delar (NE u.å.), skydda städer mot översvämningar men framförallt skapa ny bördig jordbruksmark (De Mulder 2018b). Processen bakom att skapa användbart land gick till

genom att först konstruera vallar i havet. När vallarna var på plats började arbetet med att dränera vattnet som låg innanför vallarna. Vattnet behövde vara 1.0-1.5 meter under sjöbotten för att marken skulle vara användbar (Hoeksema 2007). Efter att marken hade dränerats var jorden ogenomtränglig. För att motverka detta genomfördes insatser för att förbättra marken (De Bruin & Schultz 2003). Efter att vattnet dränerats, spreds frön av vass på området med hjälp av flygplan. Vassen absorberade vatten från jorden samtidigt som dess rötter förstärkte markens struktur och tillförde organiskt material. Efteråt togs vassen bort för att ge plats åt raps, vete, havre, baljväxter med flera. Slutligen installerades dräneringsrör i området. I genomsnitt tog det ungefär fem år att omvandla ett dränerat område till jordbruksmark (Hoeksema 2007).



Figur 6. Fotografi som främst visar sjöarna IJsselmeer och Markermeer. Dessutom syns IJsselmeerpoldrarna och dammarna Afsluitdijk samt Houtribdijk. Även ögruppen Marker Wadden kan skimtas. Källa 1-Bakgrund: (Copernicus Sentinel-2, ESA 2018) Text av Fatima Zabi. (CC BY-SA 3.0 IGO). Källa 2-högra hörnet: (Lencer 2008). Utmarkering av Fatima Zabi. (CC BY-SA 3.0).

Det andra projektet benämns som Deltaverken och tillkom efter en förödande översvämning år 1953 i sydvästra Nederländerna (De Mulder 2018b). Översvämningen resulterade i att 1836 människor miste livet (Gerritsen 2005), samtidigt som 200,000 hektar land blev översvämmat. Kostnaden för den sammanlagda skadan motsvarade ungefär 5 % av landets dåvarande BNP (Orr, Stodghill & Candu 2007). Kort därefter inleddes arbetet med Deltaverken. Satsningen fokuserade på en nedstängning av nästan alla flodmynningar i den sydvästra delen av landet (Louisse & Van der Meulen 1991), samt en förstärkning av hela nederländska kustlinjen (Wolff 1992). För att stänga flodmynningarna upprättades system av fasta dammar, stormflodsspärrar, vallar och slussar (Rijkswaterstaat u.å.), som stängdes vid höga vattennivåer (Waterman et al. 1998). Deltaverken kunde på så sätt skydda landet mot högvatten från havet. Med hjälp av ovannämnda medel har

Deltaverken även bidragit till en ökad kontroll av saltvattenintrång (Rijkswaterstaat u.å.), något som gynnade jordbruksförhållanden. Ytterligare skapades bättre förbindelser mellan de sydvästra och nordöstra delarna av Nederländerna då nya motorvägar byggdes ovanpå vallarna samt dammarna (Meyer 2009). När det kommer till ekologiska konsekvenser av sådana storskaliga projekt, menar De Bruin och Schultz (2003) att en blockering av flodmynningar har medfört gradvisa och långsiktiga förändringar av kustens naturliga utveckling. Sådana förändringar har även påverkat områden kring kusten. Därmed har det tagits åtgärder för att återställa berörda områden (ibid.). Deltaverken resulterade även i en förkortning av den yttre kustlinjen (Waterman et al. 1998).

Under 2000-talet

Konceptet om att bygga med naturen har fått en större roll i Nederländerna (De Mulder 2018b). Den huvudsakliga principen handlar om att jobba med naturen, inte emot den. Detta görs genom naturbaserade lösningar inom vattenbyggnadsteknik (Dutch Water Sector 2021). Ett sätt att förverkliga konceptet på är genom koncentrerad näring (De Vriend, Van Koningsveld & Aaminkhof 2014, se nedan), vars ambition är att mjuka strukturer, såsom lokala sediment, ska användas för att skydda landet och dess kustlinjer (De Mulder 2018b).

Koncentrerad näring går ut på att placera ut en stor mängd sand på positioner nära kusten genom användningen av sandmotorer (De Vriend et al. 2014). Detta görs främst eftersom stora delar av den nederländska kustlinjen eroderar (Dutch Water Sector 2021). Sanden fördelas sedan längs med stranden genom vågor, strömmar och vinden (De Vriend et al. 2014). När tillräckligt med sand har ackumulerat längs stranden bildas sanddynor. Sanddynor ger förstärkt skydd till kusten samt har förmågan att agera som avrinningsområden för nederbörd (De Mulder 2018b). Syftet med tekniken är att minimera påverkan på lokala ekosystem samt skapa nya områden för rekreation och natur (De Vriend et al. 2014). Även längs floderna har nya strategier för att minska risken för översvämningar genomförts. Ett sådant exempel är programmet Plats för floden, som inleddes år 2006. Programmets syfte var att ge floder mer plats genom att bredda och/eller fördjupa floden (De Mulder 2018b).



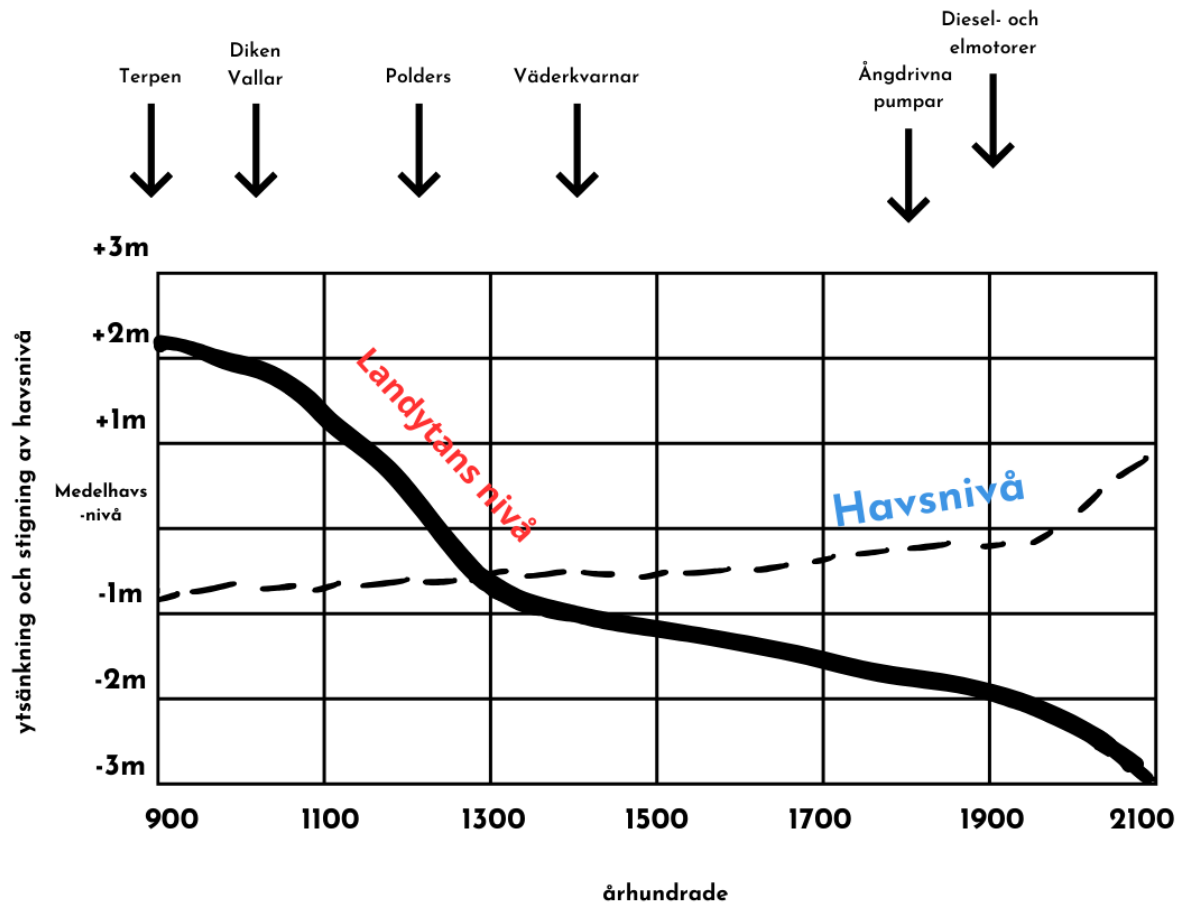
Figur 7. Sandmotor 2011. Källa: (Rijkswaterstaat u.å.)



Figur 8. Sandmotor 2020. Källa: (Rijkswaterstaat u.å.)

Sammanfattning av ytsänkning och metoder

Nedan presenteras en graf som visar förändring av landytans nivå samt havsnivå under respektive århundrade i Nederländerna. Dessutom presenteras nya innovationer för landåtervinning. Grafen visar att landytans nivå har sjunkit till under medelhavsnivå. Detta började äga rum runt 1200-talet. Under 1200-talet började även konstruktionen av polders. Resultat från grafen visar dessutom att havsnivån ökar. Sedan 1900-talet har havsnivån varit över medelhavsnivån.



Figur 9. Graf som visar ytsänkning och stigning av havsnivå under varje århundrade i Nederländerna. Illustration skapad av Fatima Zabi efter (Schultz 2008).

4. Exempelstudie: Marker Wadden

4.1 Den femte potentiella poldern Markerwaard

När Zuiderzeeprojektet påbörjades under 1900-talet fanns det även planer på att konstruera polders (Hoeksema 2007). Först byggdes dammen Afsluitdijk för att separera den tidigare havsbukten Zuiderzee i två delar, Waddenzee och sjön IJsselmeer (Britannica u.å.). Därefter byggdes en till damm, Houtribdijk, som istället separerade sjön IJsselmeer i två sjöar, IJsselmeer och Markermeer (Voet 2021). Planen var att Markermeer skulle dräneras och sedan bli en polder vid namn Markerwaard. 2003 bestämdes det att poldern Markerwaard inte skulle byggas och fortsätta vara sjön Markermeer (Schoenmaker 2023). Anledningarna bakom beslutet var främst att det fanns ett ökat tryck från allmänheten att behålla öppna vattenområden för natur och rekreation i det tätbefolkade landet (De Mulder 2018b). En reduktion av vattenytan hade även haft negativa konsekvenser för ekosystem i området (Kielen 2009). Dessutom fanns det en minskad efterfrågan på ytterligare jordbruksmark (De Mulder 2018b). För första gången i kampen mot vattnet, valde folket vatten över land (Kielen 2009). Hoeksema (2007) hävdar att nedläggningen av Markerwaard markerade slutet för landåtervinning i Nederländerna med hjälp av vallar och dränering. Författaren nämner ett vattendirektiv av EU som infördes år 2000. En aspekt av direktivet betonade att länder som delar ett vattendrag är skyldiga att samarbeta kring vattenanvändningen. I fall framtida dräneringsprojekt hade ägt rum skulle de ha innefattats av detta direktiv (ibid.).

4.2 Markermeer

Sjön Markermeer skapades efter konstruktionen av Houtribdijk och ligger i centrala Nederländerna. Markermeer är en grund sjö med ett medeldjup på 3.9 meter samt en yta som motsvarar 750 km² (Van Gogh 2012). För många fågelarter är sjön en viktig rastplats samtidigt som det ger rekreationella värden för befolkningen som arbetar och bor runt Markermeer. Området är även en del av Natura 2000 som är ett nätverk av naturskyddade områden i EU (Kolb 2020).

4.2.1 Ekologiska konsekvenser

På grund av dammen Houtribdijk är sjön Markermeer avskild från övriga vattendrag. Som en följd av detta har den ekologiska kvaliteten i sjön försämrats. Det naturliga flödet av sediment som tidigare hade flutit ut till andra sjöar hindras (Kolb 2020). Detta medför att ett tjockt lager av silt ackumuleras på sjöbotten och därmed hämmar tillväxten av bottenlevande organismer. Det tjocka lagret av silt brukar även virvlas upp på grund av vågornas rörelse, vilket gör



Figur 10. Fotografi som visar sjön Markermeer. Källa: (Copernicus Sentinel-2, ESA 2018). Text av Fatima Zahi. ([CC BY-SA 3.0 IGO](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/))

vattnet grumligt. Grumligt vatten resulterar i ett minskat ljusinsläpp till de lägre delarna av sjön och därav hämmas även tillväxten av alger. Minskningen av alger har påverkat fågel- och fiskpopulationen negativt (Natuurmonumenten u.å.), då alger är föda för många organismer och utgör basen i näringskedjan (Göteborgs universitet u.å.). Exempelvis har vissa fågelpopulationer, såsom brunanden, minskat med över 75 % sedan 1980-talet (Natuurmonumenten u.å.).

4.3 Marker Wadden

För att förbättra sjön Markermeers ekologiska kvalitet initierades projektet Marker Wadden (Kolb 2020). Detta genom att förbättra vattenkvaliteten i Markermeer, skapa nya habitat för främst fåglar och fiskar (Voet 2021), samt öka den biologiska mångfalden. Projektet inleddes år 2016 med målet att skapa konstgjorda öar som inkluderade bland annat våtmarker (Natuurmonumenten u.å.). Initiativet startades enbart med fokus på den ekologiska aspekten, vilket är första gången det har skett under landättervinningens historia i Nederländerna (Schoenmaker 2023). Nederländernas naturskyddsorganisation vid namn Natuurmonumenten, Rijkswaterstaat samt företaget Boskalis var drivande i detta projekt. Konstruktionen avslutades 2023. Principen för projektet gick ut på konstruktionen av konstgjorda öar som tillsammans uppgick till 1300 hektar (Natuurmonumenten u.å.). Därav var detta ett av västra Europas största restaureringsprojekt (Boskalis u.å.). Ekologen Ben Abbott (Alberts 2023) menar dock att det bör kallas för ett åtgärdsprojekt då syftet inte var att restaurera något som fanns innan, utan istället skapa något nytt som åtgärdar skadan efter att ekosystem har gått förlorat.



Figur 11. Visionsbild för Marker Wadden. Källa: (Natuurmonumenten u.å.).

4.3.1 Design med fokus på ekologiska värden

Marker Wadden ligger i nordöstra Markermeer (EcoShape u.å.), och består av sju konstgjorda öar (Natuurmonumenten u.å.), varav endast en är öppen för allmänheten vid specifika tidpunkter (Vetenskapsradion På djupet 2019). Gestaltningen av Marker Wadden tar hänsyn till vind- och vattenrörelser (EcoShape u.å.). Marker Wadden utsätts för de kraftigaste vindarna från sydväst. Därmed är den västra delen utformad med två raka stränder, vilka fungerar som skydd för resten av

öarna (Voet 2021). Den östra delen av Marker Wadden utgörs istället av en öppen struktur (EcoShape u.å.). Projektet går även i linje med konceptet att bygga med naturen. Detta uppnåddes främst genom användningen av 30 miljoner m³ sand och sediment från sjön Markermeer. Det första steget i processen att återvinna land och därmed skapa öarna var att bygga ringformade vallar av sand i området. Därefter muddrade man ut sand och sediment från Markermeer för att slutligen placera ut det innanför vallarna. Detta gjordes i flera lager. Med tiden torkade det översta lagret av jorden ut på Marker Wadden, vilket skapade en torr skorpa på ytan som i sin tur gav upphov till en tillväxt av växter (Boskalis 2020). Att bygga med finare sediment har även fördelar när det kommer till havsnivåhöjningar. Vid havsnivåhöjningar kan sediment samlas på de konstgjorda öarna för att på så sätt kunna öka i höjd (EcoShape u.å.).

Ekologiska värden som specifikt värnas om är fågellivet då fåglar är på toppen av näringskedjan i sjön Markermeer. Fågellivet blir därmed en viktig indikator över ekosystemens hälsa i området. För designen av Marker Wadden fanns där tre villkor: tillgång till mat för fåglarna, rastplatser samt häckningsområden. För att tillgodogöra detta är förhoppningen att 13 olika habitat som alla är anpassade för diverse syften ska växa fram. Ett exempel på ett habitat med syfte att fungera som häckningsområden är grunda och skyddade vattendrag (EcoShape u.å.).

4.3.2 Ekologiska konsekvenser av Marker Wadden projektet

2016 färdigställdes den första konstgjorda ön. Ett år senare inleddes forskningsprojektet Knowledge and Innovation Programme Marker Wadden, KIMA (Irwin 2023), vars syfte var att studera de nya ekosystemens utveckling på Marker Wadden (EcoShape u.å.). År 2022 presenterades resultaten som generellt visade att ny natur växt fram på Marker Wadden. Detta innefattas av ett ökat antal fåglar och växter. Dessutom har fler habitat för fåglar bildats samtidigt som Marker Wadden agerar som rastplats för vissa fågelarter (Knowledge and Innovation Programme Marker Wadden 2019).

Fåglar och fiskar

Ekologen Liesbeth Bakker ledde en forskningsgrupp som observerade de konstgjorda öarnas ekologi, med fokus på fåglar och fiskar. Bakker menar att redan under konstruktionen började pionjärarter av fåglar, såsom tärnor, ta sig till Marker Wadden samt använda det som en rastplats (Irwin 2023). Tärnor är även en hotad art i Nederländerna (Alberts 2023). Allt eftersom, när en större mängd vegetation etablerade sig, började fler fågelarter anlända till Marker Wadden (Irwin 2023). 2021 konstaterades det att 47 olika fågelarter hade börjat häcka på de konstgjorda öarna (Deltares u.å.). Van Leeuwen, Temmink, Jin, Kahlert, Robroek, Berg, Lamers, Van den Akker, Posthoorn, Boosten, Oloff och Bakker (2021) har undersökt ekologin i Marker Wadden sedan 2016. Författarna konstaterar att ett flertal av fågelarterna som har observerats på platsen tidigare varit ovanliga eller inte alls häckat i stora antal under flera århundranden i Nederländerna. Dessutom har författarna uppmärksammat att sällsynta fågelarter, såsom flamingos, även har börjat häcka på Marker Wadden (ibid.). Ytterligare en ovanlig art som har syns till på Marker Wadden är alfågeln som vanligtvis häckar i Arktis (Irwin 2023). När det kommer till fiskpopulationen är det främst vanliga och inte kritiskt hotade arter som har tillkommit (Deltares u.å.). Den tidigare nämnda ekologin Liesbeth Bakker och hennes forskningsgrupp drog slutsatsen att ett ekosystem som har möjligheten att hantera eventuella framtida störningar börjar växa fram (Irwin 2023).

Vegetation

Etablering av våtmarker på Marker Wadden har varit ett av målen för projektet (Natuurmonumenten u.å.), mer specifikt ett kärr där gräset vass växer (Knowledge and Innovation Programme Marker Wadden 2019). Detta har visat sig vara en utmaning (Irwin 2023). Våtmarker med vass har endast etablerats på ett fåtal av de konstgjorda öarna på grund av att gäss har betat i marken (Knowledge and Innovation Programme Marker Wadden 2019). Dessutom finns det risk för att pilträäd, som har vuxit snabbt på Marker Wadden, konkurrerar ut vassen. Vass växer naturligt i cykler där vattennivån är hög under vintern och låg under sommaren. Sjön Markermeer ger istället motsatta förhållanden då myndigheterna brukar dränera sjön under vintern för att ge plats åt eventuella stormfloder. Därmed drabbas vassen medan pilträden gynnas (Irwin 2023). Idag finns det över 127 växtarter på Marker Wadden (Alberts 2023).

Vattnets kvalitet och primärproduktion

Ett av målen bakom konstruktionen av Marker Wadden var att förbättra vattenkvaliteten i sjön Markermeer (Voet 2021). Ekologen Harm van der Geest nämner att inga indikationer på en förändring av sjön har noterats mellan tidsperioden 2014 och 2019. Detta inkluderar vattnets grumlighet, syre- och näringshalt. Sjöns storskalighet samt det faktum att ögruppen är liten nämns som möjliga faktorer (Vetenskapsradion På djupet 2019). Ytterligare en röst som styrker detta är Sascha de Rijk. De Rijk är expert inom sötvattensekologi samt vattenkvalitet och har studerat Marker Wadden sedan 2018. Hon anger att det inte finns tillräckligt med bevis för att de konstgjorda öarna har förbättrat sjöns kvalitet. Däremot, hävdar hon, att detta inte innebär att det är omöjligt att målet uppnås. En röst som tycker annorlunda är hydraulikingenjören och vattenhanteringsexperten Wil Lases som inte hade någon koppling till projektet. Lases menar att Marker Wadden har förstört Markermeers naturliga utveckling. Vidare nämner han att sjön tidigare hade en unik biodiversitet på grund av en hög bakteriell aktivitet (Alberts 2023).

När det kommer till primärproduktionen i Marker Wadden finns det varierande resultat. Primärproduktion är när levande organismer omvandlar oorganiska ämnen till organiska ämnen genom exempelvis fotosyntes. Exempel på sådana levande organismer är alger, gröna växter, vissa bakterier (NE u.å.), samt växtplankton (NASA Earth Observatory 2010). Sjön Markermeer fick en minskad alg- samt planktonproduktion på grund av vattnets grumlighet och därmed minskad ljusstillgång (Natuurmonumenten u.å.). Van Leeuwen et al. (2021) påvisar i deras studie att de önskade effekterna på primärproduktionen, i form av en ökad mängd ljusinsläpp i sjön, har varit svåra att bedöma. Detta tros vara ett resultat av att projektet befinner sig i ett tidigt stadie men också till följd av att konstruktionen av Marker Wadden orsakade uppvirvling av sediment. En studie av Jin, Van de Waal, Van Leeuwen, Lamer, Declerck, Amorim och Bakker (2023) visar att mängden samt kvaliteten av växtplankton har förbättrats. Detta innefattar växtplankton som befinner sig i grunda vattendrag på Marker Wadden. Orsakerna till detta tros vara en ökad mängd näringsämnen samt att det fanns tillräckligt med ljusstillgång i vattendrag på Marker Wadden, jämfört med den omgivande sjön. Författarna drar även slutsatsen att konstruktionen av nya områden, där land och vatten gradvis skapar en övergång, kan öka ljusinsläpp och därmed förbättra primärproduktionen (ibid.). Ytterligare en konsekvens som har observerats i vattnet är en ökad mängd svavelbakterier på sjöbotten runt Marker Wadden (Deltares u.å.). Under konstruktionen av Marker Wadden skapades

moln av sediment i sjön där svavelbakterier växte och bildade mattor. Mattorna av svavelbakterier kan ha en påverkan på primärproduktionen samt leda till störningar av sedimenten. Däremot har svavelbakterierna inte påvisats i magsäckarna av fiskar (Deltares u.å.), som äter plankton och alger (National Oceanic and Atmospheric Administration 2019).

Sediment och långsiktiga konsekvenser

Sjön Markermeer har många hårda gränser mellan sjö och land eftersom sjön gränsar till konstgjorda polders. De hårda gränserna tillkommer då det finns en stor mängd stenar och betongblock på stränderna för att förhindra översvämningar. Däremot förhindrar den hårda gränsen en naturlig växelverkan som sker mellan sjö och land. Exempelvis finns det inte mycket utrymme för djur som små fiskar och insekter att frodas i. Marker Wadden tillför något nytt i denna miljö, nämligen mjuka gränser mellan land och sjö (Vetenskapsradio På djupet 2019). Erosion är även en utmaning som Marker Wadden har ställt inför. Vissa stränder på de konstgjorda öarna har eroderat snabbt till följd av strömmar och vågor. Därmed kommer stränderna behöva fyllas på med silt kontinuerligt (Alberts 2023).

Under konstruktionen av Marker Wadden fanns där många utmaningar. Ett exempel på detta är att landytan började sjunka till följd av konsolidering (Alberts 2023). Under två år sjönk ytan med nästan två meter. Däremot började denna nedåtgående trend sakta avta efter ytterligare ett halvår. Den numera pensionerade civilingenjören Bart Schultz som har arbetat med landåtervinningsprojekt i över 20 år kommenterar fenomenet. Han menar att ytan kommer att fortsätta sjunka i snabb takt samt att han varnade de projektansvariga om sänkningen redan 2013. Schultz påstår även att inom fem till sex år kommer ögruppen ligga under havet. En röst som går emot detta är ingenjörsschefen för Marker Wadden projektet Thomas Vijverberg. Vijverberg hävdar att ögruppen inte kommer att försvinna då den var utformad med hänsyn till ytsänkning och konsolidering (Alberts 2023). Lösningar för detta problem är även många. Roel Posthoorn, initiativtagaren för Marker Wadden projektet (Alberts 2023), hoppas på att organiskt material från växtmaterial ska öka höjden på öarna. En annan teori presenteras av sedimentspecialisten Thijs van Kessel som menar att man lär behöva muddra mer och utveckla ett framtida system som fördelar det nya sedimentet över de konstgjorda öarna (Irwin 2023).

När det kommer till Marker Wadden som helhet har ekologen Ben Abbott åsikten att projektet inte kommer att kunna upprätthållas självant utan lär behöva kontinuerligt mänskligt ingripande. Han menar dock att det är ett intressant projekt men påpekar även att många åtgärdsprojekt misslyckas (Alberts 2023). Den förutnämnda ekologen Liesbeth Bakker och hennes forskningsgrupp drog ytterligare en slutsats om att Marker Waddens inflytande över hela sjöns ekologi är svår att bedöma samt att det inte bör förväntas alltför mycket. Detta eftersom den konstgjorda ögruppen är liten i relation till resten av sjön. För att åtgärda sjöns ekologi kan det krävas att gränserna mellan land och vatten blir mer mjuka. Organisationen Natuurmonumenten hävdar att det kan behövas byggas fler öar (Irwin 2023).

5. Diskussion

5.1 Utvecklingen av landåtervinning och ekologisk hållbarhet

Förändring av metod och systematik

Utifrån litteraturstudien kan det konstateras att landåtervinning har använts under flera århundraden i Nederländerna. En förändring som visade sig över tid var övergången från en mer individualiserad landåtervinning till en storskalig och kollektiv sådan. Under 1000-talet fanns där enbart lokala förvaltningar (Borger & Ligtendag 1998), medan det mot 1700-talets slut etablerades en nationell organisation, Rijkswaterstaat, som dessutom började bedriva forskning om vattnet (Borger & Ligtendag 1998). Konsekvenserna av detta syns genom en ökad storskalighet gällande landåtervinningsprojekten. Ett exempel är IJsselmeerpolderarna som byggdes under 1900-talet. Med storskaligheten växte även en utvecklad metodik fram, vilket gav upphov till teknisk innovation och därmed en förbättring av arbetsprocessen. Effektivisering av arbetet utfördes med nya medel såsom väderkvarnar under 1400-talet (Butler 1972), och sedan elektriska motorer under 1900-talet (Schultz 2008). Samtliga faktorer visar även det nederländska ingenjörskapet som har vuxit fram (Rot 2021).

Däremot finns det en växande kritik mot sättet Nederländerna hanterar miljöutmaningar på. Rot (2021) menar att hållbarhetsutmaningar och miljöproblem behandlas som teknologiska utmaningar i Nederländerna, vilket leder till att lösningarna för problemen blir teknokratiska. Tillvägagångssättet har applicerats genom historiens gång i Nederländerna för att modifiera landskapet. Författaren hävdar även att de nationella myndigheterna har förbisett sociala och framförallt ekologiska konsekvenser till följd av förändringarna av landskapet. Detta påstående blir dock ganska ensidigt då det måste tas till hänsyn att landet är beläget i ett delta (De Mulder 2018c) samtidigt som 26 % av landmassan ligger under havsnivå (Dutch Water Authorities u.å.). Å ena sidan har den ständiga landåtervinningen, och därmed ytsänkningen, bidragit till att en så stor del av landmassan befinner sig under havsnivå. Å andra sidan är landet väldigt utsatt för vattnet och har varit det genom historiens gång. Det nederländska folket har försökt få bukt med miljöutmaningar och utvecklat innovativa metoder, såsom väderkvarnen för att dränera översvämmade områden (Butler 1972). Värt att notera är att man tidigare inte lagt samma vikt vid miljöfrågor då det inte fanns omfattande forskning kring klimatfrågor, utan istället är ett ekologiskt hållbarhetstänk relativt nytt. Faktum är att det efter etableringen av Rijkswaterstaat år 1797 börjades bedrivas forskning om vattnets rörelse i Nederländerna (Borger & Ligtendag 1998). Följaktligen utvecklades nya metoder som hjälpte det nederländska folket att stå emot vattnets kraftfulla framfart. Det är egentligen inte de utvecklade teknikerna som är problemet utan det faktum att konsekvenserna av landåtervinning inte uppmärksammades eller ignorerades. Utvecklade metoder och tekniker för att kunna hantera vatten, speciellt i ett land som Nederländerna, är väsentligt då en stor del av landet hade varit under vattennivå utan dem. Faktum är att 65 % av landet hade varit under havsnivå utan hjälpmedel såsom diken, dammar och vallar (Hoeksema 2007). Det som är problematiskt är när man fortsätter att använda med samma metod fastän det har en negativ påverkan på exempelvis klimatet. I detta fall handlar det om en fortsatt dränering av sjöar respektive torvmark för att sedan bygga exempelvis IJsselmeerpolderarna under 1900-talet. Detta medförde en ytsänkning men utgjorde ändå en stor del

av Nederländernas historia med landåtervinning. Att sedan fortsätta med samma metod, trots uppenbara konsekvenser, visar på att ett ekologiskt hållbarhetstänk inte var prioritet. Istället verkar det som att man försökte skydda landet i stunden och inte hade långsiktiga konsekvenser i tanke. Värt att betona är att information om när det nederländska folket blev medvetna om problemet med ytsänkning inte hittades av författaren till denna uppsats.

Förändring av syfte

En betydande aspekt i utvecklingen av landåtervinning är det faktum att anledningarna bakom återvinningen har förändrats. Under hela det senaste årtusendet har det funnits diverse anledningar bakom landåtervinning. Detta inkluderade bland annat landåtervinning i syfte att skydda sig mot översvämningar (De Mulder 2018a), skapa förbindelser mellan olika delar av landet (NE u.å.) samt omvandla områden till jordbruksmark (Hoeksema 2007; De Mulder 2018a; Van Koningsveld et al. 2008). Samtliga orsaker har varit drivande för landåtervinningens utveckling i Nederländerna. Under 2000-talet introducerades istället en ny orsak bakom landåtervinning, nämligen att värna om ekologiska värden. Fenomenet gav upphov till projektet Marker Wadden. För första gången i Nederländernas historia började man återvinna land enbart för att gynna ekologiska värden (Schoenmaker 2023). Dessutom använde man sig av en ny metod för landåtervinning, att fylla ett vattenområde med silt. Detta har tidigare inte gjorts i Nederländerna. Ytterligare bevis för att ekologiska värden började tas till hänsyn mer exemplifierar sig i det faktum att den planerade poldern Markerwaard uteblev. Däremot finns det även en viss problematik. Å ena sidan stoppades konstruktionen av poldern på grund av att framtida negativa ekologiska konsekvenser hade uppstått ifall bygget gick vidare. Å andra sidan hade det redan byggts en damm som istället orsakade negativa ekologiska konsekvenser på sjön Markermeer, vilket gav väga för projektet Marker Wadden. Ännu ett landåtervinningsprojekt genomfördes för att gengälda konsekvenserna av ett annat avbrutet landåtervinningsprojekt. På sätt och vis blir det en ond cirkel där offret visar sig vara gärningsmannen.

Ett tydligt fokusskifte

Angående utvecklingen av nya metoder med tanke på dagsaktuella miljöutmaningar verkar det som att Nederländerna har gjort framsteg. Efter nedläggningen av Markerwaard poldern har det inte byggts nya polders genom dränering av sjöar eller torvmark. Sedan dess har det dock utvecklats nya projekt såsom Deltaprojektet och Plats för floden. Det som är gemensamt för uppkomsten av projekten är att det har skett ett fokusskifte. Ett fokusskifte som har gått från landåtervinning som ensam metod, för att bland annat hantera stigande havsnivåer, till ett fokus som numera ligger på vattenhantering. Utifrån ett ekologiskt hållbarhetsperspektiv är detta mer gynnsamt. Förut har det handlat om att vara offensiv i sin kamp mot vattnet genom att omvandla vatten till land. Vattnet sågs som en fiende som behövde bekämpas, vilket i sig skapar en kortsiktig lösning till problemet. När vattennivån var hög antogs en offensiv strategi där målet var att få bort vattnet. Sådana lösningar är inte optimala utifrån ett långsiktigt- och ekologiskt hållbarhetsperspektiv då vattennivån ständigt kommer att fluktuera. Det hade inte varit möjligt att ständigt bygga ut nya polders då problemen hade kvarstått. Med Deltaprojektet kan dammarna stängas och öppnas beroende på vattennivå medan projektet Plats för floden ger vattnet mer utrymme i floderna. På detta vis kan vattennivån få ta plats och inte belasta landet på en och samma gång.

5.2 Marker Wadden och ekologisk hållbarhet

Succé eller ett misslyckande?

I och med etableringen av den konstgjorda ögruppen Marker Wadden befinner sig Nederländerna i ett nytt stadié vad gäller utvecklingen av landåtervinning. Projektet har sin grund i konceptet bygga med naturen, som växte fram under 2000-talet (De Mulder 2018b). Anledningen bakom projektets uppkomst var främst att möjliggöra en förbättring av ekologiska förutsättningar i sjön Markermeer. Ur detta utvecklades ett fullskaligt projekt med sju konstgjorda öar som främst skulle gynna fågel- och fisklivet i Markermeer. Idén om att skapa nya habitat förtydligar det faktum att ytterligare ett steg har tagits mot en mer ekologisk hållbar landåtervinning i Nederländerna. Genom att skapa nya habitat kommer fågel- och fisklivet att främjas, vilket säkerställer en gynnsam livsmiljö för djuren på lång sikt. På detta vis har landåtervinningen i Marker Wadden blivit ett medel för att möjliggöra en ekologisk hållbar utveckling för djurlivet i en del av sjön Markermeer. Däremot är frågan ifall detta kommer att fortgå. Ekologen Harm van der Geest påpekar att ankomsten av ett specifikt antal fåglar till platsen inte automatiskt innebär att problemet är löst. Detta verkar även vara fallet utifrån resultaten från exempelstudien, där en undersökning visar att det inte har skett några drastiska förändringar gällande vattnets kvalitet i Markermeer (Vetenskapsradion På djupet 2019). En annan källa nämner att endast kvaliteten på växtplankton, som befinner sig i vattendragen på de konstgjorda öarna, har förbättrats (Jin et al. 2023).

Ännu en konsekvens av särskild oro är konsolideringen av silt, som medför en ytsänkning av ögruppen. Varningstecken om konsolidering har uppmärksamats under arbetets gång. Å ena sidan är det faktum att ögruppen redan börjar sjunka, samtidigt som inga tecken på förbättring av sjön Markermeer har påträffats, oroväckande. Detta väcker tvivel kring projektets långsiktiga hållbarhet. Även den ekologiska hållbarheten omfattas av tvivlet då nya habitat har bildats på Marker Wadden. Ifall den konstgjorda ögruppen inte överlever kommer de nya ekosystemen påverkas negativt, vilket skapar ytterligare en påfrestning på sjön Markermeer. Å andra sidan är naturen även anpassningsbar och har förmågan att anpassa sig efter rådande förhållanden (De Vriend et al. 2018). Marker Wadden är ett relativt nytt projekt som startades år 2016 (EcoShape u.å.). Eftersom projektet fokuserar på skapandet av naturliga miljöer är det förväntat att en fullständig etablering lär ta tid. Således kan även eventuella effekter på sjöns ekologiska förhållanden förväntas ta tid.

5.3 Landåtervinning och dess ekologiska hållbarhet

Paralleller mellan konsekvenserna på Marker Wadden och tidigare landåtervinningsprojekt under historiens gång, kan dras. Metoden för landåtervinning är annorlunda på Marker Wadden jämfört med tidigare sekler då främst dränering av sjöar och torvmarker användes. Trots en annorlunda metodik finns det en återkommande konsekvens i samtliga landåtervinningsprojekt, nämligen ytsänkning. Ytsänkning i ett låglänt land som Nederländerna medför endast en högre risk för översvämningar och stormfloder. Detta är anledningen bakom Nederländernas ständiga arbete med vattenhantering. Med en så påtaglig konsekvens som ytsänkning och dess negativa verkan på Nederländernas landskap, är det svårt att se landåtervinning som en ekologiskt hållbar metod.

Landåtervinning kan bidra till positiva ekologiska aspekter, vilket är synligt på Marker Wadden med nya habitat för djurlivet. Däremot finns det tydliga indikationer på att projektet inte kommer att vara hållbart på lång sikt ur ett ekologiskt perspektiv, vilket är kärnan i en ekologiskt hållbar utveckling. Ytterligare kan det dras likheter mellan potentiella steg för Marker Waddens framtid och tidigare strategier för landåtervinning i Nederländerna. Natuurmonumenten har nämnt att nya ögrupper kan vara aktuella i sjön Markermeer (Irwin 2023). Denna strategi påminner om det tidigare offensiva arbetet med polders som konstruerades mellan 1100- och 1900-talet. Även om huvudtanken bakom en utökad konstruktion av nya ögrupper i Markermeer är att värna om ekologiska värden, kan detta göra att man återgår till samma gamla onda cirkel.

5.4 Metoddiskussion

5.4.1 Litteraturstudie

Litteraturstudien har sin grund i vetenskapliga artiklar. En stor del av artiklarna är skrivna i slutet av 1900-talet och kan därmed innehålla utdaterad information. Däremot har detta även varit givande, speciellt för att beskriva projekt som ägde rum under 1900-talet. Informationen har varit tidsrelevant och specifika anledningar för relevanta projekt har presenterats.

5.4.2 Exempelstudie

För att introducera andra slags tillvägagångssätt hade ett större antal exempel kunnat presenteras för att få en djupare förståelse över konsekvenserna av landåtervinning. Ett större antal exempel hade även möjliggjort en analys av ytterligare återkommande konsekvenser som har synts efter återvinning av land. Andra sätt att göra uppsatsen på hade kunnat vara ett annorlunda upplägg där experter hade intervjuats. På så sätt hade man även kunnat få dagsaktuell information om Marker Wadden. Dessutom hade intervjun kunnat anpassas efter uppsatsens fokus.

Kritik gällande exempelstudien kan vara användandet av källor från de drivande aktörerna i projektet Marker Wadden. De involverade parterna kan vara partiska och enbart presentera information som konstruerar en positiv bild av Marker Wadden. Detta har tagits i åtanke under processens gång. Därmed har information från de inblandade aktörerna mestadels använts i introduktionen av projektet för att få en generell överblick och fakta om projektets syfte, metodik samt relevanta siffror. Ytterligare har den femåriga studien från Knowledge and Innovation Programme Marker Wadden (2019), som påbörjade 2016, använts då forskningsgruppen består av ett flertal andra universitet (Knowledge and Innovation Programme Marker Wadden 2019), vilket styrker dess trovärdighet. Det måste även tas till hänsyn att resultaten av de ekologiska konsekvenserna inte kan generaliseras och hållas som standard för eventuella framtida ögrupper. Det blir därmed värt att betona att resultaten är platsspecifika och kan komma att förändras längre fram i tiden.

5.5 Framtida forskning

Landåtervinning är ett oerhört brett fokusområde som innefattar flera olika tillvägagångssätt. För att bygga vidare på denna uppsats skulle det vara intressant att även analysera landåtervinning i Nederländerna utifrån de sociala samt ekonomiska hållbarhetsperspektiven. Detta för att få en djupgående analys av begreppet hållbar utveckling och dess relation till landåtervinning. Även en ökad förståelse för hur landåtervinning har format det nederländska samhället skulle erhållas. På så vis hade konsekvenserna av samtliga hållbarhetsaspekter kunna ställas mot varandra för att tydliggöra vad som krävs för att få en hållbar utveckling. Ytterligare hade det kunnat göras en komparativ studie med landåtervinningsprojekt från andra länder. Följaktligen hade likheter och skillnader kunnat identifieras när det kommer till konsekvenser som har påträffats till följd av landåtervinning. Att studera en annorlunda exempelstudie, såsom någon av IJsselmeerpolderarna, hade kunnat undersökas för att leda en diskussion om polders som huvudsakligen är ämnade för människans behov.

6. Slutsats

Landåtervinning har använts frekvent genom historiens gång i Nederländerna i syfte att skydda landet mot stigande havsnivåer, utöka arealen jordbruksmark och skapa förbindelser mellan diverse delar av landet. Samtidigt har metoderna för landåtervinning utvecklats. Från 1000-talet till 1400-talet brukade enkla dammar och diken användas för att huvudsakligen dränera torvmark. Mot slutet av denna tidsperiod påbörjades även en småskalig konstruktion av polders genom dränering av sjöar. Vattenhantering skedde lokalt med mindre förvaltningar. Väderkvarnar började användas från 1400-talet och fram till 1800-talet. Perioden utgjordes av större projekt där dränering av sjöar stod i fokus. Detta i syfte att omvandla de dränerade sjöarna till polders. Samtidigt etablerades den nationella organisationen Rijkswaterstaat som utökade arbetet med vattenhantering landet över. 1800-talet och 1900-talet präglades av nya teknologiska metoder som utvecklades med tiden. Från början användes ångdrivna pumpar för att dränera sjöar. Därefter började diesel- och elektriska motorer användas. Ett mer storskaligt arbete med att bygga polders initierades även under perioden. Exempel på detta är IJsselmeerpolderarna som konstruerades under 1900-talet. Från 1000-talet och fram till 1900-talet har det även pågått en ytsänkning till följd av all landåtervinning som har bedrivits. Sänkningen av ytan har gjort landet mer mottagligt till översvämningar. Därmed har nya metoder för vattenhantering utvecklats såsom konstruktioner av längre dammar. 2000-talet introducerade en mer naturbaserad vattenhantering och landåtervinning, som har tagit hänsyn till ekologiska perspektiv. Återvinningsprojektet Marker Wadden startades för att förbättra den ekologiska statusen i sjön Markermeer. Positiva konsekvenser till följd av detta projekt inkluderar nya habitat som har gynnat framförallt ett visst antal fågelarter. Ytsänkningen har dock fortsatt på nya återvinningsprojekt. Samtidigt har sjöns ekologiska förhållanden inte blivit bättre. Litteratur- och exempelstudien visar därmed att ett ekologiskt hållbarhetstänk har vuxit fram. Däremot har landåtervinning inneburit att landets yta har sjunkit, vilket vidare har orsakat fler återvinningsprojekt. Processen har upprepats och bidragit till att över en fjärdedel av landmassan ligger under havsnivå. Med anledning av detta kan det konstateras att landåtervinning inte är en ekologiskt hållbar metod i Nederländerna.

Att landåtervinning har gett nya möjligheter för det nederländska folket råder det inga tvekan om. Ett exempel på detta är en utökning av jordbruksverksamheten som har gynnat den nederländska ekonomin. Dock kan det ifrågasättas om detta sker på bekostnad av de ekologiska förhållandena i landet. Det ekologiska hållbarhetsperspektivet är inte isolerat från de andra hållbarhetsperspektiven. Snarare är det en grundläggande faktor som kan påverka och forma både de sociala samt ekonomiska aspekterna av ett samhälle. Därför är det av yttersta vikt att detta perspektiv tas på allvar och att man aktivt strävar efter att balansera de olika hållbarhetsmålen. Landåtervinning som metod kan inte klassificeras som en ekologisk hållbar metod då det inte är en metod som kan bedrivas på lång sikt. Även om metoderna utvecklats mot mer ekologiskt vänliga är det samma cykel som upprepas gång på gång, vilket bara orsakar landet skada. Att fokusera på vattenhantering är istället ett mer ekologiskt hållbart angreppssätt som kan möjliggöra nya metoder och tekniker. Nederländerna kommer inte undkomma stigande havsnivåer, speciellt inte med ökade effekter av klimatförändringar. Däremot handlar det om att kunna få bukt med vattnets förändringar, utan att förstöra landet i processen.

Referenser

- Alberts, E.C. (2023). The case of Marker Wadden: Can humans build islands that live up to the healing powers of nature?. *Adventure*, 14 juni. <https://adventure.com/marker-wadden-netherlands-restoration-project-lake-islands-criticism/> [25/02-2024]
- Bhunia, G.S., Chatterjee, U. & Shit, P.K. (2021). Emergence and challenges of land reclamation: issues and prospect. I: Bhunia, G.S., Chatterjee, U., Kashyap, A. & Shit, P.K. (red.) *Land Reclamation and Restoration Strategies for Sustainable Development*. United States: Elsevier, 1–15. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-823895-0.00020-82021>
- Bjørlykke, K. (1978). Sedimentology. I: Fairbridge, W, R.& Bourgeois, J. (red.) *Encyclopedia of Earth Science*. Springer, Berlin, Heidelberg. 253-263. https://doi.org/10.1007/3-540-31079-7_53
- Borger, G.J. & Ligtenag, W.A. (1998). The Role of Water in the Development of the Netherlands: A Historical Perspective. *Journal of coastal conservation*. 4 (2), 109–114. <https://doi.org/10.1007/BF02806502>
- Boskalis (2020). *Marker Wadden - Positive impetus to the ecology of the Markermeer Lake*. [Video]. <https://www.youtube.com/watch?v=3I0lJhZdUOc> [27/02-2024]
- Boskalis (u.å.). *MARKER WADDEN*. <https://boskalis.com/sustainability/cases/marker-wadden> [27/02-2024]
- Britannica (u.å.). *delta*. <https://www.britannica.com/science/delta-river-system-component> [09/03-2024]
- Britannica (u.å.). *IJsselmeer Polders*. <https://www.britannica.com/place/IJsselmeer-Polders> [17/02-2024]
- Britannica (u.å.). *land reclamation*. <https://www.britannica.com/science/land-reclamation> [19/02-2024]
- Britannica (u.å.). *lock*. <https://www.britannica.com/technology/lock-waterway> [28/02-24]
- Britannica (u.å.). *polders*. <https://www.britannica.com/science/polder> [19/02-2024]
- Britannica (u.å.). *Zuiderzee*. <https://www.britannica.com/place/Zuiderzee> [19/02-2024]
- Busetto, L., Wick, W. & Gumbinger, C. (2020). How to use and assess qualitative research methods. *Neurological research and practice*. 2 (1), 14–14. <https://doi.org/10.1186/s42466-020-00059-z>
- Butler, M. (1972). Netherlands: Dutch Continue to Reclaim Land from the Sea. *Science (American Association for the Advancement of Science)*. 176 (4038), 1002–1004. <https://doi.org/10.1126/science.176.4038.1002>

- Chee, S.Y., Othman, A.G., Sim, Y.K., Mat Adam, A.N. & Firth, L.B. (2017). Land reclamation and artificial islands: Walking the tightrope between development and conservation. *Global ecology and conservation*. 12, 80–95. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2017.08.005>
- Collins Dictionary (u.å.). *low-lying area*. <https://www.collinsdictionary.com/dictionary/english/low-lying-area> [08/03-2024]
- De Bruin, D. & Schultz, B. (2003). A simple start with far-reaching consequences. *Irrigation and drainage*. 52 (1), 51–63. <https://doi.org/10.1002/ird.81>
- De Glopper, R.J. & Ritzema, H.P. (2006) Land subsidence. I: Ritzema, H.P. (red.) *Drainage Principles and Applications*. ILRI Publication, Wageningen. 477-512. <https://research.wur.nl/en/publications/land-subsidence>
- De Lange, M. (2014). *A closer look into the feasibility of future, large scale land reclamation*. (Master's thesis: 2014). Kungliga Tekniska Högskolan. Institutionen för arkitektur och byggd miljö. Real Estate Development and Financial Service. <https://www.divaportal.org/smash/get/diva2:731281/FULLTEXT01.pdf>
- De Mulder, E.F.J. (2018a). Introduction. I: De Mulder, E.F.J. (red.) *The Netherlands and the Dutch: A Physical and Human Geography*. Cham: Springer International Publishing AG. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-75073-6>
- De Mulder, E.F.J. (2018b). Water. I: De Mulder, E.F.J. (red.) *The Netherlands and the Dutch: A Physical and Human Geography*. Cham: Springer International Publishing AG. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-75073-6>
- De Mulder, E.F.J. (2018c). Landscapes. I: De Mulder, E.F.J. (red.) *The Netherlands and the Dutch: A Physical and Human Geography*. Cham: Springer International Publishing AG. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-75073-6>
- De Mulder, E.F.J., Van Bruchem, A.J., Claessen, F.A.M., Hannink, G., Hulsbergen, J.G. & Satijn, H.M.C. (1994). Environmental impact assessment on land reclamation projects in The Netherlands: A case history. *Engineering Geology*. 37 (1), 15-23. [https://doi.org/10.1016/0013-7952\(94\)90078-7](https://doi.org/10.1016/0013-7952(94)90078-7)
- De Vriend, H., Van Koningsveld, M. & Aarninkhof, S. (2014). 'Building with nature': the new Dutch approach to coastal and river works. *ICE Proceedings Civil Engineering*. 167(1), 18-24. <https://doi.org/10.1680/cien.13.00003>
- Deltares (u.å.). *Marker Wadden*. <https://www.deltares.nl/en/expertise/projects/marker-wadden> [09/03-2024]
- Dutch Water Authorities (u.å.). *About*. <https://dutchwaterauthorities.com/about/> [09/03-2024]
- Dutch Water Sector (2021). *Building with nature*. <https://www.dutchwatersector.com/news/building-with-nature> [16/02-2024]

- EcoShape (u.å.). *Constructing nature islands*. <https://www.ecoshape.org/en/concepts/constructing-nature-islands/> [24/02-2024]
- EcoShape (u.å.). *Marker Wadden*. <https://www.ecoshape.org/en/cases/marker-wadden/> [09/03-2024]
- Fokker, P.A., Gunnink, J.L., Koster, K. & De Lange, G. (2019). Disentangling and Parameterizing Shallow Sources of Subsidence: Application to a Reclaimed Coastal Area, Flevoland, the Netherlands. *Journal of Geophysical research: Earth surface*. 124 (5), 1099–1117. <https://doi.org/10.1029/2018JF004975>
- Gerritsen, H. (2005). What happened in 1953? The Big Flood in the Netherlands in retrospect. *Philosophical transactions of the Royal Society of London*. Series A: Mathematical, physical, and engineering sciences. 363 (1831), 1271–1291. <https://doi.org/10.1098/rsta.2005.1568>
- Gubrium, J.F. & Holstein, J.A. (1997). *The New Language of Qualitative Method*. Oxford, UK: Oxford University Press. <https://global.oup.com/ushe/product/the-new-language-of-qualitative-method-9780195099942?cc=se&clang=en&>
- Göteborgs universitet (2024). *Forskning om alger*. <https://www.gu.se/havet/forskning-om-alger> [22/02-2024]
- Hoeksema, R.J. (2007). Three stages in the history of land reclamation in the Netherlands. *Irrigation and drainage*. 56, 113–126. <https://doi.org/10.1002/ird.340>
- Irwin, A. (2023). Rewilding the planet. *Nature*, (616), 644–648. <https://www.nature.com/immersive/d41586-023-01370-w/index.html> [25/02-2024]
- Jin, H., Van de Waal, D.B., Van Leeuwen, C.H.A., Lamers, L.P.M., Declerck, S.A.J., Amorim, A.L. & Bakker, E.S. (2023). Restoring gradual land-water transitions in a shallow lake improved phytoplankton quantity and quality with cascading effects on zooplankton production. *Water research (Oxford)*. 235, 119915–119915. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2023.119915>
- Kielen, N. (2009). Water management in the Netherlands in transition. *Irrigation and drainage*. 58, 217–224. <https://doi.org/10.1002/ird.496>
- Knowledge and Innovation Programme Marker Wadden (2021). *Marker Wadden: Results of the first five years of research. English summary of the final report*. Knowledge and Innovation Programme Marker Wadden. https://waterinfo-extra.rws.nl/publish/pages/187929/summary-kima-rapport_11okt22.pdf [10/03-2024]
- Kolb, E.M. (2020). *Economic valuation of Ecosystem Services: Case study Marker Wadden. An economic valuation of the ecosystem services of the Marker Wadden in lake Markermeer to provide insights into the value of the ecosystem benefits to different stakeholders*. Vrije Universiteit Amsterdam. Environment and Resource Management (MSc). https://waterinfo-extra.rws.nl/publish/pages/187973/economicvaluationofesmw_emkolb_15juli2020.pdf

- Kungliga Tekniska Högskolan (2024). Hållbar utveckling. <https://www.kth.se/om/miljo-hallbar-utveckling/utbildning-miljo-hallbar-utveckling/verktygslada/sustainable-development/hallbar-utveckling-1.350579> [20/02-2024]
- Louisse, C.J. & Van der Meulen, F. (1991). Future Coastal Defence in the Netherlands: Strategies for Protection and Sustainable Development. *Journal of coastal research*. 7 (4), 1027–1041. <https://www.jstor.org/stable/4297923>
- Meyer, H. (2009). Reinventing the Dutch Delta: Complexity and Conflicts. *Built environment (London, 1978)*. 35 (4), 432–451. <https://doi.org/10.2148/benv.35.4.432>
- NASA Earth Observatory (2010). *What are Phytoplankton?*. <https://earthobservatory.nasa.gov/features/Phytoplankton> [25/02-2024]
- National Geographic (2023). *Delta*. <https://education.nationalgeographic.org/resource/delta/> [28/02-2024]
- National Geographic (2023). *Dike*. <https://education.nationalgeographic.org/resource/dike/> [09/03-2024]
- National Geographic (2023). *Estuary*. <https://education.nationalgeographic.org/resource/estuary/> [28/02-2024]
- National Geographic (2023). *Silt*. <https://education.nationalgeographic.org/resource/silt/> [10/03-2024]
- National Geographic (2024). *Sediment*. <https://education.nationalgeographic.org/resource/sediment/> [28/02-2024]
- National Mining Association (u.å.). *Reclamation*. <https://nma.org/category/reclamation/> [09/03-2024]
- National Oceanic and Atmospheric Administration (2019). *Aquatic food webs*. <https://www.noaa.gov/education/resource-collections/marine-life/aquatic-food-webs> [25/02-2024]
- National Oceanic and Atmospheric Administration (2023). *What is storm surge?*. <https://oceanservice.noaa.gov/facts/stormsurge-stormtide.html> [28/02-2024]
- National Oceanic and Atmospheric Administration (2024). *Saltmarsh*. <https://oceanservice.noaa.gov/facts/saltmarsh.html> [09/03-2024]
- National Oceanic and Atmospheric Administration (2024). *What is dredging?*. <https://oceanservice.noaa.gov/facts/dredging.html> [28/02-2024]
- National Oceanic and Atmospheric Administration (2024). *What is subsidence?*. <https://oceanservice.noaa.gov/facts/subsidence.html> [10/03-2024]

- Nationalencyklopedin (u.å.). *Flevoland*.
<https://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/l%C3%A5ng/flevoland> [19/02-2024]
- Nationalencyklopedin (u.å.). *Ijsselmeerpolderarna*.
<https://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/l%C3%A5ng/ijsselmeerpolderarna> [19/02-2024]
- Nationalencyklopedin (u.å.). *Nederländerna*.
<https://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/l%C3%A5ng/nederl%C3%A4nderna> [15/02-2024]
- Nationalencyklopedin (u.å.). *primärproduktion*.
<https://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/l%C3%A5ng/prim%C3%A4rproduktion> [25/02-2024]
- Nationalencyklopedin (u.å.). *sluss*. <https://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/l%C3%A5ng/sluss> [28/02-2024]
- Nationalencyklopedin (u.å.). *Zuiderzee*.
<https://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/l%C3%A5ng/zuiderzee> [19/02-2024]
- Naturvårdsverket (2023). *Vad är våtmark?*.
<https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/vatmark/vad-ar-vatmark/> [09/03-2024]
- Naturvårdsverket (2023). *Våtmarker och klimat*.
<https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/vatmark/vatmarker-och-klimat/> [09/03-2024]
- Natuurmonumenten (u.å.). *Marker Wadden- English version*.
<https://www.natuurmonumenten.nl/projecten/marker-wadden/english-version> [17/02-2024]
- Orr, B., Stodghill, A. & Candu, L. (2007). *The Dutch Experience in Flood Management: A History of Institutional Learning*. UN- Habitat.
<https://unhabitat.org/sites/default/files/2008/07/GRHS.2007.CaseStudy.Netherlands.pdf> [10/03-2024]
- Ravilious, K (2023). Humans have reclaimed 'land size of Luxembourg' since 2000. *The Guardian*, 22 mars.
<https://www.theguardian.com/science/2023/mar/22/humans-have-reclaimed-land-size-of-luxembourg-since-2000> [08/03-2024]
- Rijkswaterstaat (2019). *Water Management in the Netherlands*. [Broschyr]. Rijkswaterstaat.
https://www.helpdeskwater.nl/publish/pages/165190/rij_8475_watermanagement_en_dv_1.pdf [10/03-2024]
- Rijkswaterstaat (u.å.). *De Deltawerken*. <https://www.rijkswaterstaat.nl/water/waterbeheer/bescherming-tegen-het-water/waterkeringen/deltawerken> [19/02-2024]
- Rijkswaterstaat (u.å.). *Our history*. <https://www.rijkswaterstaat.nl/en/about-us/our-organisation/our-history> [09/03-2024]

- Rot, C. (2021). The Paradox of Dutch Sustainability. *Ardeth (Print)*. 8 (8), 149–163. <https://doi.org/10.17454/ARDETH08.12> [05/03-2024]
- Schoenmaker, W. (2023). *Constructing nature on Marker Wadden; an explorative case study on images of and attitudes towards nature on a manmade ecosystem*. (Thesis Master: 2023). Rijksuniversiteit Groningen. Society, Sustainability and Planning (MSc Socio-spatial Planning). <https://frw.studenttheses.ub.rug.nl/4183/>
- Schultz, B. (2008). Water management and flood protection of the polders in the Netherlands under the impact of climate change and man-induced changes in land use. *Journal of Water and Land Development*. 12, 71-94. <https://doi.org/10.2478/v10025-009-0007-8>
- Sengupta, D., Choi, Y.R., Tian, B., Brown, S., Meadows, M., Hackney, C.R., Banerjee, A., Li, Y., Chen, R. & Zhou, Y. (2023). Mapping 21st Century Global Coastal Land Reclamation. *Earth's future*. 11 (2), 1-13. <https://doi.org/10.1029/2022EF0029272023>
- SGU Geological Survey of Sweden (2022). *Remediation of mines*. <https://www.sgu.se/en/mineral-resources/mines-and-environmental-impact/remediation-of-mines/> [20/02-2024]
- Stauber, J.L., Chariton, A. & Apte, S. (2016). Chapter 10 - Global Change. I: Blasco, J., Chapman, P., Campana, O. & Hampel, M. (red.) *Marine Ecotoxicology*. Academic Press, 273–313. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803371-5.00010-2>
- Søndergaard, M. & Jeppesen, E. (2007). Anthropogenic impacts on lake and stream ecosystems, and approaches to restoration: Ecological quality of lakes and streams. *The Journal of applied ecology*. 44, 1089–1094. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2007.01426.x007>
- Södertälje kommun (2023). *Det här är ekologisk hållbarhet*. <https://www.sodertalje.se/miljo-och-halsa/hallbara-sodertalje/ekologisk-hallbarhet/det-har-ar-ekologisk-hallbarhet/> [14/04-2024]
- Van der Leeuw, S. (2012). For every solution there are many problems: the role and study of technical systems in socio-environmental coevolution. *Geografisk tidsskrift- Danish Journal of Geography*. 112 (2), 105–116. <https://doi.org/10.1080/00167223.2012.741887>
- Van Gogh, I. (2012). *Silt in the Markermeer/IJmeer*. (Master Thesis: 2012). Utrecht University. Environmental Biology. Ecology and Natural Resources Management. <https://studenttheses.uu.nl/handle/20.500.12932/13953>
- Van Koningsveld, M., Mulder, J.P.M., Stive, M.J.F., Van der Valk, L. & Van der Weck, A.W. (2008). Living with Sea-Level Rise and Climate Change: A Case Study of the Netherlands. *Journal of coastal research*. 24 (2), 367–379. <https://doi.org/10.2112/07A-0010.1>
- Van Leeuwen, C.H.A., Temmink, R.J.M., Jin, H., Kahlert, Y., Robroek, B.J.M., Berg, M.P., Lamers, L.P.M., Van den Akker, M., Posthoorn, R., Boosten, A., Olf, H. & Bakker, E.S. (2021). Enhancing ecological integrity while preserving ecosystem services: Constructing soft-sediment islands in a

shallow lake. *Ecological solutions and evidence*. 2 (3). 1-10. <https://doi.org/10.1002/2688-8319.12098>

Vetenskapsradion På djupet (2019). Så ska konstgjorda öar rädda sjön Markermeer. [Radioprogram]. Sveriges Radio, P1, 30 oktober. <https://sverigesradio.se/avsnitt/1381958> [29/02-2024].

Voet, J. (2021). *(Re) construction of the Marker Wadden: an example of applying land reclamation for nature restoration*. (Master's Research Project 1: 2021) Rijksuniversiteit Groningen. Ecology and Evolution. <https://fse.studenttheses.ub.rug.nl/26357/>

Waterman, R.E., Misdorp, R. & Mol, A. (1998). Interactions between Water and Land in the Netherlands. *Journal of coastal conservation*. 4 (2), 115–126. <https://doi.org/10.1007/BF02806503>

Wolff, W.J. (1992). The end of a tradition: 1000 years of embankment and reclamation of wetlands in the Netherlands. *Ambio*. 21(4), 287-291. <https://www.jstor.org/stable/4313944>

Figurförteckning

| | |
|--|----|
| Figur 1. Nederländerna. Källa: (TUBS 2011). (CC BY-SA 3.0)..... | 14 |
| Figur 2. Metoder för landåtervinning i Nederländerna. Illustration av Fatima Zahi (2024). | 16 |
| Figur 3. Enkel vall. Källa: (Leonhard Lenz 2021). (CC0 1.0). | 17 |
| Figur 4. Polders i mindre format. Källa: (Komen 2013). (CC BY-SA 2.0). | 18 |
| Figur 5. Väderkvarnar. Källa: (Agudelo 2019) från Unsplash. | 19 |
| Figur 6. Fotografi som främst visar sjöarna IJsselmeer och Markermeer. Dessutom syns IJsselmeerpolderarna och dammarna Afsluitdijk samt Houtribdijk. Även ögruppen Marker Wadden kan skymtas. Källa 1-Bakgrund: (Copernicus Sentinel-2, ESA 2018) Text av Fatima Zahi. (CC BY-SA 3.0 IGO). Källa 2-högra hörnet: (Lencer 2008). Utmarkering av Fatima Zahi. (CC BY-SA 3.0). | 22 |
| Figur 7. Sandmotor 2011. Källa: (Rijkswaterstaat u.å.)..... | 23 |
| Figur 8.Sandmotor 2020. Källa: (Rijkswaterstaat u.å.) | 23 |
| Figur 9. Graf som visar ytsänkning och stigning av havsnivå under varje århundrade i Nederländerna. Illustration skapad av Fatima Zahi efter (Schultz 2008). | 24 |
| Figur 10. Fotografi som visar sjön Markermeer. Källa: (Copernicus Sentinel-2, ESA 2018). Text av Fatima Zahi. (CC BY-SA 3.0 IGO)..... | 25 |
| Figur 11. Visionsbild för Marker Wadden. Källa: (Natuurmonumenten u.å.). | 26 |

Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver godkänna publiceringen. Om du kryssar i **JA**, så kommer fulltexten (pdf-filen) och metadata bli synliga och sökbara på internet. Om du kryssar i **NEJ**, kommer endast metadata och sammanfattning bli synliga och sökbara. Även om du inte publicerar fulltexten kommer den arkiveras digitalt. Om fler än en person har skrivit arbetet gäller krysset för samtliga författare. Du hittar en länk till SLU:s publiceringsavtal på den här sidan:

- <https://libanswers.slu.se/sv/faq/228316>.

JA, jag/vi ger härmed min/vår tillåtelse till att föreliggande arbete publiceras enligt SLU:s avtal om överlåtelse av rätt att publicera verk.

NEJ, jag/vi ger inte min/vår tillåtelse att publicera fulltexten av föreliggande arbete. Arbetet laddas dock upp för arkivering och metadata och sammanfattning blir synliga och sökbara.