



Noregs miljø- og
biovitenskapelige
universitet

Bacheloroppgåve 2023

Fakultet for landskap og samfunn

Klima- og miljøeffektar av stålkantar i grøntanlegg

Climate- and enviromental effects of steel edging in
green spaces

Brede Tangen

Landskapsingeniør

Innholdsfortegnelse

Forord	2
Samandrag	3
Abstract	4
1. Introduksjon	5
1.1 Innleiing	5
1.2 Bakgrunn, problemstilling og avgrensing	5
1.3 Metode	6
1.4 Oppbygning	7
2. Teori	8
2.1 Vanlege typar metallkantar og eigenskapar	8
2.1.1 Rustfritt stål	9
2.1.2 Galvanisert stål	10
2.1.3 Cortenstål	11
2.1.4 Aluminium	12
2.2 Klima- og miljøbelastning knyta til produksjon	13
2.2.1 De to hovudmetodane for stålproduksjon	13
2.2.2 Meir miljøvennleg produksjon på horisonten	14
2.2.3 Bærekraft og resirkulering	14
2.3 Klima- og miljøbelastning knyta til transport	15
2.4 Avrenning frå cortenstål og lokale effektar	16
2.5 Effekt på vegetasjon og jordutbetring	16
2.6 Korrosjon framkalla av salt	17
2.6.1 Saltkorrosjon av rustfritt stål	19
2.6.2 Saltkorrosjon av galvanisert stål	20
2.6.3 Saltkorrosjon av cor-ten stål	21
2.6.4 Saltkorrosjon av aluminium	22
3. Drøfting	23
3.1 Stål er eit berekraftig material	23
3.2 Stålproduksjonen har store klimautslepp, men minkar kvart år	23
3.3 Ståltransporten er relativt miljøvennleg	23
3.4 Avrenning av metallkantar vil påverke biologisk mangfald negativt	24
3.5 Rustfritt stål er det best eigna stålet for fuktige områder	24
4. Konklusjonar	25
5. Kjeldeliste	26

Forord

Denne oppgåva vil markere slutten på min 3 år lange tid som landskapsingeniørstudent. Det har vore 3 lærerike år med mange gode og lærerike erfaringar. Eg vil takka Frode Degvold for rettleiing og tilbakemeldingar undervegs.

Samandrag

Stål er eit materiale som har vore ekstremt viktig historisk, og sannsynlegvis vil den vere det langt inn i framtida. Denne oppgåva vil gå inn i djupn på stålkantar i grøntanlegg. Først vil oppgåva sjå på stål som materiale i eit klimaperspektiv. Den ser på heile reisa frå jern og karbon, til ferdig stållegning og vidare transport. Dette skjer ved å sjå på de forskjellige prosessane i livssyklusen til stålet, og finne ut av om prosessane er berekraftige og framtidsretta.

Oppgåva vil også gjere greie for forskjellige vanlege typar stålkantar, og finne ut om dei forskjellige brukane som ståltypane har. Dette vil bli gjort greie for ved å sjå på materiale sine eigenskapar og vurdere det opp mot typiske stadar kantane vil bli brukt. For eksempel kan det vere korleis dei vil påverke nærliggande vegetasjon. Dei vil også bli vurdert opp mot kvarandre, og gi noko oversikt over når ein bør velje den eine typen over den andre.

Abstract

Steel has historically been an extremely important material, and it will likely continue to be for a long time. In this paper, I will go in depth on the use of steel edging in green spaces. First it will look at steel as a material, and put it in a climate perspective. The paper will look at the journey from iron and carbon to a complete steel alloy, and on the later transportation of the material. This will be done by looking at the different processes of the steel's lifecycle, and find out if they are performed adequately and environmental friendly.

This paper will also look at different types of steel alloys to find out about their uses. It will look at their properties to find out where they might be an adequate choice. An example of this might be to see how the steel affects nearby vegetation. The types of steel will also be compared to one another and give a clearer picture as to when one type might be a superior choice to the others.

1. Introduksjon

1.1 Innleiing

Metallkantar har blitt brukt i mange forskjellige parkar, hagar, grønlanlegg og liknande. Det kan vere av estetiske orsakar, då de gir eit metallisk uttrykk som er vanskeleg å få til på andre måtar. Ein annan stor fordel med stålkantar er at dei er tynne og enkle å forme. Om man trenger ein kant som er tynn og diskret, eller ein med komplisert fasong og mange kurver, er metallkantar igjen eit godt val. Men når bør man heller vel metallet vekk?

Klimaet er også eit viktig tema. Derfor vil eg sjå nærare på metallet sin livssyklus, utslepp frå fabrikkprosessar og transport, gjenbrukspotensiale, og liknande. I tillegg er det viktig å vite om materialet kan ha negative effektar under bruk. Denne oppgåva vil forhåpentlegvis gi informasjon som ein kan bruka for å vete material til kantar i grønlanlegg betre.

1.2 Bakgrunn, problemstilling og avgrensing

Bakgrunnen for val av tema for oppgåva er å lære meir om bruk av stålkantar i grønlanlegg. Etter min erfaring er bruken mindre enn tilsvarande kantar av andre materialar, for eksempel granitt og andre typar stein. Med denne oppgåva håpar eg å få betre forståing av metall som materiale, når den passar til bruk, og når man heller burde velje den bort.

I tillegg vil eg setje eit klimaperspektiv på oppgåva, sidan eg tenkjer det er viktig. Det er interessant å få vite om produksjonen og transport av metallkantar kan vere ugunstig for klima eller motsett. Noreg produserer ikkje eige stål (me har noko eigenproduksjon av aluminium),

så det er alltid ekstra utslepp av klimagassar ved transport og import.

Det er også interessant å finne ut som potensielle effektar metallet kan ha for nærmiljø, for eksempel planter og insekt. Det er viktig med kunnskap når man vel materialar til anlegg.

Oppgåva er avgrensa av at kantar berre er laga av typar metall. Andre typar kantar blir ikkje fokusert på, ved unntak av aluminium. Andre formar av stål som ikkje er kantar vil heller ikkje bli fokusert på. Det vil heller ikkje bli gjort nokon konkret samanlikning av andre typar kantar (for eksempel granitt), sidan oppgåva er fokusert på stålkantar for seg sjølve.

1.3 Metode

På denne oppgåva har eg vald hovudsakleg litteraturstudie som metode, fordi det vil gi konkret informasjon som vil vere grunnlag for oppgåva. Oppgåva er basert på teori, sidan kunnskap det er det viktigaste når ein skal velje materiale. Mesteparten av litteraturen er henta frå internett; enten frå forskings-artiklar og rapportar, nettbutikkar, og leksikon. I tillegg er mesteparten av litteraturen funnen på engelsk, og deretter oversett etter beste evne.

Klima har vore hovudstikkordet i litteratursøken og hovudfokuset i oppgåva. Litteraturen har vore fokusert på stål som eit berekraftig materiale, klimautslepp knytt til produksjon og transport, og effekt på lokalt miljø.

1.4 Oppbygning

I starten av oppgåva er det først litt generelt om stål. Dette er noko fakta som er viktig å ha i bakhovudet når ein les resten av oppgåva. Deretter er det viktige eigenskapar til forskjellige typar stålkantar. Dette for å gjere forskjellane på ståltypene endå klarare.

Etterpå vil oppgåva gå i djupn på produksjon og transport, og sjå på det i ein klimasamanheng. Når det gjeld produksjon vil oppgåva sjå på prosessane og utsleppet av klimagassar og biprodukt, sjå kva metodar som er best for klimaet, og sjå på eventuelle trendar i produksjonen. I transportdelen vil oppgåva sjå på klimautslepp på forskjellige typar transport for å få oversikt over utslepp. I tillegg vil oppgåva sjå på andre berekraftsrelaterte ting som gjenbruk og resirkulering.

Deretter vil oppgåva sjå på lokaleffektar av dei ferdigproduserte stålkantane. Oppgåva vil sjå på kva effekt dei har på jord og vegetasjon og korleis dei blir påverka av ver og vind. Igjen vil dette gje eit endå klarare skilje mellom ståltypene og bruksområde. Det vil også bli fokus på korrosjonskadar, spesielt av salt eller vatn.

Til slutt er det drøfting. Då vil oppgåva sjå på den forskjellige informasjonen og komme til nokon naturlege konklusjonar på nokon punkter.

2. Teori



Figur 1: Eiffeltårnet i Paris, ein av dei mest berømte stålkonstruksjonane i verda

Stål er eit populært material som har historie som går minst 4 000-5 000 år tilbake i tid. Stål har utruleg mange bruksområde, frå små kjøkkenreiskap og elektronikk til store køyretøy og oljeplattformer. I 2020 var verdsproduksjonen av råstål på over 1 864 millionar tonn, og då er det ikkje overraskande at stål har bidratt meir til den moderne sivilisasjonen enn noko anna metall. (Store Norske Leksikon, 2022)

2.1 Vanlege typar metallkantar og eigenskapar

Stålkantar har forskjellige eigenskapar og utsjånad avhengig av legering. I følgje Store Norske Leksikon er ein legering «Eit metallisk materiale som består av minst eit metallisk grunnstoff og eit eller fleire legeringselement som ofte er metall. Stål er ein legering av jern og maksimalt

2 vektprosent karbon, men kan også ha andre legeringselement i tillegg. Egenskapane varierer avhengig av samansetning, formgiving og varmebehandling (Store Norske Leksikon, 2022). Dette gjer at forskjellige typar legeringar stål passer best til forskjellige ting.

2.1.1 Rustfritt stål



Figur 2: Kantar av rustfritt stål på eit anlegg i England

Rustfritt stål er ein legering der man også legg til krom i legeringsprosessen. Krom blir ofte lagt til tidleg i smelteprosessen før forminga av metallet. Metallet er meir resistent mot korrosjon pga. eit lag av kromoksid. Dette metallet er gunstig å bruke om det er stor fare for korrosjon (rust). (Metal Supermarkets, 2020)

2.1.2 Galvanisert stål



Figur 3: Kantar av galvanisert stål i ein hage i Australia

Galvanisert stål er ein legering der stål blir tilsett zinc. Har same funksjon som krom i rustfritt stål i at eit lag av zinc beskyttar metallet mot korrosjon og fysiske skadar. Ulikt rustfritt stål så vil zinen leggje seg i eit lag utanpå metallet, kontra rustfritt stål der krom blir integrert i legeringa. Rustfritt stål vil nesten alltid vere meir resistent mot korrosjon enn galvanisert stål, men galvanisert stål er enklare å forma utan at den brekk. (Unifiedalloys, Ukjent årstal)

2.1.3 Cortenstål



Figur 4: Høge kantar av cortenstål frå «The High Line» i New York, 2019

Cortenstål (*weathering steel*) er ein type stållegering som er danna for at den skal raskt få ei ytre hinne av rust. Hensikta er at detta ytre rustlaget vil forsinke vidare rustprosess lenger inn i metallet. Materialet er derfor eigna på stader der det er vanskeleg å utføre vanleg rustbeskyttelse eller vedlikehald. Ein reknar at Cor-ten rustar 6-8 gonger treigare enn vanleg stål. Den raudbrune fargen den får gjev metallet ein fin estetisk verdi. (Store norske leksikon, 2021)

2.1.4 Aluminium



Figur 5: Kantar av aluminium langs eit bed i England

Aluminium er eit metallisk grunnstoff.. Den har mindre resistens mot korrosjon enn galvanisert stål, men er endå enklare å forma. Den største fordelen til aluminium er at den er mykje lettare enn de andre metallane. (Piping Mart, 2023)

2.2 Klima- og miljøbelastning knyta til produksjon



Figur 6: Bilete av verdas største stålverk i Gwangyang i Sør – Korea, 2022.

Klimaendringar er ei stor utfordring for alle menneske på planeten. For å behalde temperaturstigning til under 2 grader celsius, så må man redusere utslepp av drivhusgassar globalt på mellom 41-72% innan 2050, og 78-118% innan 2100. Ifølgje ein rapport av International Resource Panel, står metallproduksjon for ca. 10% av globalt klimagassutslepp (Ryosuke et al., 2022). Av dette, er ca. 95% stål- og jernproduksjon. (Tuck, 2023)

2.2.1 De to hovudmetodane for stålproduksjon

I dag er det to metodar som brukast for å produsere stål. Den eine metoden er bruk av masomn (blast furnace) og oksygenkonverter. Denne metoden brukar hovudsakleg malm, kol, kalk, og litt skrap. Den andre metoden er bruk av elektrisk lysbogeomn (electric arc furnace). Her vil prosessen hovudsakleg bruke skrap og elektrisitet. Ein elektrisk lysbogeomn brukar i dag i gjennomsnitt 60% mindre energi og har 70% mindre utslepp av CO₂ enn kva malmbasert produksjon ville gjort. På verdsbasis er 70% av stålproduksjonen basert på malm, og 30% er

basert på skrap. Her i Europa er tala 52% malmbasert og 48% skrapbasert. Det er rekna ut at per tonn råstål som blir produsert i Europa, slepp ein ut 1.4 tonn CO₂, og mengda er minkande kvart år. Stål produsert utanfor Europa har potensielt høgare utslepp. (Norsk Stål AS, 2022)

2.2.2 Meir miljøvennleg produksjon på horisonten

I 2026 vil stål frå hydrogenreduert jernmalm bli kommersielt tilgjengeleg. Denne prosessen lagar ikkje noko CO₂ i det heile tatt så lenge hydrogenet er laga med grøn kraft. Lysbogeomnar blir også brukt i denne prosessen, så ein reknar med at elektrisk kraft kjem til å bli ekstremt viktig for stålproduksjon framover. De første hydrogenbaserte stålverka kjem i Nord-Sverige, der man har god tilgang på billig, grøn energi. (Norsk Stål AS, 2022)

2.2.3 Bærekraft og resirkulering

Det viktigast grunnstoffet i stål, er jern (Fe). I legeringar blir også andre grunnstoff brukt i varierende mengder. Jern er det fjerde vanlegaste grunnstoffet i jordskorpa, og ein reknar at jernmalmbeserveene er store nok til at produksjonen kan fortsetta i overskødeleg framtid. (Norsk Stål AS, 2022)

Stål er fullstendig resirkulerbart, og er det mest resirkulerte produktet i verda. Ein viktig orsak for dette, er at det er eit stort internasjonalt marknad for handel av skrapstål. Skrapbaserte stålverk brukar store mengder skrap. Sidan stål er eit motstandsdyktig stoff, kan de også bli brukt om igjen. (Norsk Stål AS, 2022)

Under produksjon av stål- og metallprodukt, blir det slept ut uønska stoff/biprodukt: i fast, flytande eller gassform. Desse stoffa kan vere generelt farlege for menneske (for eksempel bly

eller kvikksølv) eller essensielle stoff som kan vere farlege i større mengder (for eksempel zinc og kopar). Utsleppa kan skje enten direkte (utslepp ved gruvedrift eller prosessering) eller indirekte (bruk av straum, produksjon av reagener, og liknande). (Norgate et al., 2007)

I dag blir biprodukt frå stålproduksjon ca. 100% utnytta. Nokon eksempel er slagge som blir brukt i betongproduksjon eller vegbygging, metall blir brukt i elektronikk som mobiltelefonar, og avgassar blir brukt i straumproduksjon. Straumproduksjonen frå avgassar kan gi nok straum til 15 millionar menneske i Europa kvart år. (Norsk Stål AS, 2022)

2.3 Klima- og miljøbelastning knyta til transport

Transport av stålprodukt har også ein del utslepp, men mykje mindre enn produksjonen. I 2019 var USA den største eksportøren av stålprodukt, med ca. 7 millionar tonn. Dette var ca. 2% av alt stålet eksportert i det året (International Trade Administration, 2020). I følgje International Chamber of Shipping (ICS), blir 90% av stålprodukt frakta med maritime transportmidler. (Sustainable Ships, 2022). Under er ein tabell som viser utslepp for diverse fraktmiddel:



Comparison of typical CO₂ emissions between modes of transport, in grams/tonne-km

Source: ICS Fuelling the Fourth Propulsion Revolution: Full Report, based on IMO, Second GHG Study, 2009

*AP Møller-Maersk, 2014

KEY POINT:

Maritime transport has lower emissions in comparison with other transport modes; consequently, a shift towards maritime transport is beneficial for the climate.

Figur 7: Transportutslepp tabell i gram/metriske tonn.

2.4 Avrenning frå cortenstål og lokale effektar

I eit forsøk om weathering steel i kystbyen Rimini i Italia i 2021 blei både bar og patinert cortenstål eksponert for kystmiljø i ein tre-års periode. Avrenning frå cortenstål vil frakta med seg jern (Fe), magnesium (Mg), og nitrogen (Ni) vidare og auke mengda av desse metalla i jorda. Spesielt magnesium og nitrogen har lett for å løyse seg opp i jorda. Metall som kobbar (Cu) og krom (Cr) derimot, har vanskelegare for å løyse seg opp.

Årleg avrenning av metall hadde ingen minkande trend over den tre-års perioden, og det varierte heller på ver og klima. Hardare ver som stormar eller snøfall hadde aukande effekt på mengda av metall som rann vekk. Cortenstål som var patinabehandla på førehand hadde sterkare avrenning. Den som var forbehandla for eit betre estetisk utsjånad, hadde meir metallopløysning og avrenning enn den som ikkje var forbehandla. (Raffo et al., 2016)

2.5 Effekt på vegetasjon og jordutbetring

Mange typar metall finnes i jorda naturleg, men blir det for mykje kan jorda bli skada. Typiske skadar på plantene er redusert næringsopptak, redusert evne til å halde på vatn, og reduksjon av mengde mikroorganismar i jorda. Metall kan også redusere PH-en i jorda. Derfor kan for store mengder metall øydeleggje for plantane på mange moglege måtar. Jord vil også halde på metall lenger enn luft eller vatn ville ha gjort. (Nyiramigisha et al., 2021)

Heavy metals	Effects on crops	References	Techniques	Method	Brief overview	References
Lead (Pb)	- Seed germination by gradually slowing down the seed germination	Singh and Kalandhad [16]	Engineering remediation	Replacement of contaminated soil	Implies adding a huge amount of clean soil to cover the polluted soil surface or to blend with the latter	Su <i>et al.</i> [21] Zheng <i>et al.</i> [52]
	- Abnormality of plant metabolism, morpho-physiological features, plant growth, and productivity - Reduce plant growth, resulting in malformation of cellular structure, lowering chlorophyll biosynthesis, imbalance hormones, and induce over-production of reactive oxygen species (ROS), which can cause oxidative stress within plant cells and readily attack biological structures and biomolecules, thus result in metabolic dysfunction	Tang <i>et al.</i> [48]		Soil removal and isolation	Involves the removal of polluted soil and renewing it with clean soil, this method is necessary for seriously contaminated soil with a small area	
	- Reduce soil productivity	Kumar <i>et al.</i> [49]		Electrokinetic remediation	This method uses the principle where DC-voltage is involved to produce the electric field gradient on all sides of the electrolytic tank which holds the polluted soil. The pollutants in the soil are carried to the processing room placed on 2 poles of the electrolytic cell employing electric migration, electric seepage, or electrophoresis, thereby reducing the pollution. This method works well in low permeability soil.	Su <i>et al.</i> [21] Kamari [51] Hanson <i>et al.</i> [53]
Cadmium (Cd)	- Cause many abnormalities in different parts of the plant such as roots, shoots, leaf, fruit, and also increased dry to fresh mass ratio (DM / FM) in all organs - Can exhibit adverse effects on sugar content and amino acids in some plant species by strengthening their concentration, indicating inhibition of starch hydrolysis	Singh <i>et al.</i> [50]	Bioremediation	Soil leaching	Involves cleaning of contaminated soil with certain reagents thereby remove heavy metal complexes and dissolved iron adsorbed on solid-phase particles. Heavy metals removed by this method are then recovered from the extraction solution	Su <i>et al.</i> [21]
	- Imbalance the macro and micronutrients by augmenting the macronutrients and reducing micronutrients in <i>Aeluropus littoralis</i>	Bakshi <i>et al.</i> [1]		Adsorption	Fixation and adsorption by clay minerals for example bentonite, zeolite, and so forth	Wang and Zhou [54]
	- Leading to less assimilation of photosynthetic carbon when interact with various photosynthetic complexes. Also, Cd bothers the guard cell regulation thus affecting the water status of the plant	Singh <i>et al.</i> [50]		Phytoremediation	Involves the growing of particular plants in the contaminated soil for example Cruciferae plants such as the genus Brassica, Alyssums, etc.	Su <i>et al.</i> [21] Kamari [51] Xin <i>et al.</i> [55]
	- Poisoning the soil and this affects the production of phytochelatins due to obstruction of the transporter/channel for loading other elements and an imbalance of plant nutrients	Bakshi <i>et al.</i> [1]		Microbial remediation	Involves the use of several microorganisms (bacteria, archaea and fungi) to carry out the absorption, deposition, oxidation, and reduction of heavy metals in the soil.	Su <i>et al.</i> [21] Kamari [51] Fred <i>et al.</i> [56]
Zinc (Zn)	- Phytotoxic and can directly affect crop yield	Balkhair and Ashraf [42]				
	- Affects the growth of pea plants	Bakshi <i>et al.</i> [1]				
Copper (Cu)	- Reduced the availability of soil N and S for crop production - Inhibit the activity of β -glycosidase more than the activity of cellulose	Bakshi <i>et al.</i> [1] Karaca <i>et al.</i> [37]				

Figur 8 (venstre): Tabell over nokre typar metall og effekten dei har på avlingar.

Figur 9 (høgre): Tabell over typar utbetring ein kan gjere på giftig jord.

2.6 Korrosjon framkalla av salt

Salt er ein stor skadegjerar på de aller fleste metallkantar. Etter at vegar er blitt salta om vinteren, vil saltet eventuelt renne av og ende opp i vegkantar eller avløp. Om det ender opp i kontakt med metallkantar derimot, kan det ende opp med å gjere store skadar. Alle de tre vanlegaste salta ein brukar om vinteren (natriumklorid, magnesiumklorid og kalsiumklorid) kan gi sterk korrosjon. (Houska, Ukjent årstal) Andre orsakar til saltkorrosjon kan vere salt frakta med vind frå havet (typisk i kystklima) eller store mengder salt i jorda. (Houska, Ukjent årstal)

Table 2: Temperature and humidity levels at which marine and deicing salts begin to absorb water and form a corrosive chloride solution

Temperature		Critical Humidity Level		
°F	°C	Sodium Chloride	Calcium Chloride	Magnesium Chloride
77	25	76%	30%	50%
50	10	76%	41%	50%
32	0	–	45%	50%

Figur 10: Tabell som visar kva for nokre temperatur- og fuktighetsnivå der salt absorberer vatn og korrosjonen når sitt verste.

For at saltkorrosjon skal framkomme, må overflata på metallet vere noko fuktig. Dette kan vere frå regn, tåke, eller generell fuktigheit i område. Salt absorberer vatn frå lufta, så det skal ikkje mykje til. Saltkorrosjon kan også forverre korrosjon frå vatn, om det også er eit problem. Kloridiona i salta vil eventuelt også bryta ned oksidlag på overflata av forskjellige metalltypar. (Houska, Ukjent årstal)

Table 3: Average annual metal corrosion rates after long-term exposure for various climates and pollution levels

Environment				
Salt exposure	None	Moderate	Moderate	High
Pollution	Low	Low	Moderate	Moderate
Fog days/year	10	160	79	10
Thunderstorms/year	43	59	3	28
Avg. rainfall/year mm (inches)	700 (29)	1,370 (54)	515 (20)	1,050 (42)
Relative humidity %	57	69	76	78
Avg. temp. °C (°F)	16 (61)	11 (53)	17 (62)	21 (70)
Annual Corrosion Rate mm/year (mils/year)				
Type 316 stainless	<0.000025 (<0.001)	<0.000025 (<0.001)	<0.000025 (<0.001)	0.00028 (0.01)
Type 304 stainless	<0.000025 (<0.001)	<0.000025 (<0.001)	0.000127 (0.005)	0.0004 (0.02)
Aluminum	0.0003 (0.01)	0.009 (0.3)	0.004 (0.17)	0.0194 (0.77)
Copper	0.0056 (0.22)	NA	0.007 (0.28)	0.0246 (0.97)
Zinc	0.003 (0.13)	0.002 (0.08)	0.03 (1.14)	0.111 (4.37)
Weathering steel	0.023 (0.9)	NA	0.09 (3.6)	0.810 (31.89)
Carbon steel	0.04 (1.70)	0.147 (5.8)	0.26 (10.12)	2.19 (86.22)

NA indicates data on this metal was not available for this test site

Figur 11: Tabell som visar nokre typar metall og korrosjonsrate. Alle lokasjonane var miljø langs kysten.

2.6.1 Saltkorrosjon av rustfritt stål

Sjølve om det er store forskjellar på korrosjonsratane på forskjellige typar rustfritt stål, så er de alle mykje betre eigna for område der ein blir utsett for mykje salt. De to vanlegaste typane er 304 og 316, også kjent som A2 og A4. I typiske kystmiljø kan A4 klare seg i fleire år utan nokon vedlikehald.



Figur 12: Panelar av rustfritt stål. A2- typen (venstre) har noko overflatisk korrosjon, og A4- typen (høgre) har ingen merkbar korrosjon.

2.6.2 Saltkorrosjon av galvanisert stål

Galvanisert stål talar salt betre enn aluminium gjer, men man bør unngå om mogleg. I tillegg kan galvanisert stål bli korrodert av syrleg regn, om pH-verdien er under 5. Likt aluminium, vil galvanisert stål også bli korrodert av svovelbindingar. Bør vaskast regelmessig om det ikkje er mykje nedbør, eller om det er under tak. (Houska, Ukjent årstal)



Figur 13: Takpaneler av galvaniser stål som er korrodert av salt.

2.6.3 Saltkorrosjon av cor-ten stål

Cor-ten stål tolerer også salt mindre bra, spesielt om den ikkje har fått forma rustlaget endå. Akkurat som med galvanisert stål, bør cor-ten også vaskast regelmessig om det ikkje er mykje nedbør eller om det er under tak. (Houska, Ukjent årstal)



Figur 14: Cor-ten stål på utsida av ein bygning som har blitt skada av salting

2.6.4 Saltkorrosjon av aluminium

Sjølve om aluminium generelt sett toler korrosjon bra, gjelder det ikkje for salt. Det er ikkje nokon merkbar forskjell på korrosjonsraten mellom forskjellige vanlege aluminium legeringar. (Houska, Ukjent årstal) Denne korrosjonen akselererast om det er svovelforbindelsar i nærleiken, som kan bli danna av tyngre industriarbeid som forbrenn kol, for eksempel ved metallverk, sementfabrikkar, og liknande. (Wisconsin Department of Health Services, 2022)



Figur 15: Dørterskel i aluminium som er blitt sterkt korrodert av salt.

Når aluminium korroderer, vil den danna eit kvit-grå pulver som legg seg på overflata. Anodisering av aluminium vil ikkje hindre tilstrekkeleg beskyttelse i lengda om det er fare for saltkorrosjon. (Houska, Ukjent årstal)

3. Drøfting

3.1 Stål er eit berekraftig material

Av alle resirkulerbare produkt vi har på jorda, er stål det som er resirkulert mest. Det er eit stor marknad for skrapstål, og nesten 100% av stålprodukt blir gjenbrukt eller resirkulert. Det er liknande tal også for biprodukta av sjølve stålproduksjonen. Ein reknar også at man ikkje vil gå tom for jern i næraste framtid. Dette i kontrast med andre ressursar som olje og gass, som ein reknar med at man vil gå tom for etter kvart. Ut i frå alt dette verker stål som eit berekraftig material.

3.2 Stålproduksjonen har store klimautslepp, men minkar kvart år.

Produksjon av metallprodukt står for ca. 10% av klimagassutsleppa i verda. Av dette er ca. 95% relatert til stål- og jernproduksjon. Mengda utslepp er minkande for kvart år, og den nye produksjonsprosessen med bruk av hydrogenredusert jernmalm vil potensielt gjere det endå meir miljøvennleg. Det er også vanskeleg å finne alternative material man kan bruke anna enn stål, spesielt i større konstruksjonar som bygningar, skip, og plattformar, der materiale har krav når det gjelder styrke, hardhet, og liknande.

3.3 Ståltransporten er relativt miljøvennleg

Sjølve om varetransport har store effektar på klima, er ståltransporten relativt miljøvennleg. Som tidlegare nemnt i oppgåve, blir ca. 90% av stålprodukt frakta med skip. Skipa får med seg mykje varer relativt til klimautsleppet, som vist i tabellen. Dette viser at ein stor majoritet av stålprodukt blir transportert så miljøvennleg som mogeleg.

3.4 Avrenning av metallkantar vil påverke biologisk mangfald negativt

Avrenning av for eksempel cortenstål vil frakta med seg magnesium, jern, og nitrogen. Desse metalla vil påverka planter, dyr og insekt negativt i større mengder. Sjølve om avrenninga og vil ta med seg kobbar og krom, er dei mindre løyselege i forma. Derfor har dei vanskelegare for å skilja seg ut i jorda, og påverka nærmiljøet. Med tanke på at begge desse stoffa er veldig giftige for planter, er det heldig. Tabellen visar nokre typar avlingar og kva metall som har effekt på dei, men man kan tro at planter utanfor jordbruk også vil bli negativt påverka.

3.5 Rustfritt stål er det best eigna stålet for fuktige områder

De fleste typar stål (anna enn rustfrie variantar) er mindre eigna for fuktige område. Spesielt kystklima der det også er mykje salt i lufta. Saltet vil absorbere fuktigheit frå lufta, og korrodere metallet. Videre avrenning frå dette metallet kan skape utfordringar for lokalt miljø og vegetasjon, og vil sjølvsagt gå ut over det estetiske uttrykket på kanten og anlegget.

4. Konklusjonar

Stål er eit viktig materiale, både historisk og vidare framover. Sjølve om produksjonen på verdsbasis slepp ut mykje klimagassar, er produkta noko av dei grønstaste med har. Nesten alt av produkta og biprodukta blir gjenbrukt eller resirkulert. Produksjonen blir og grønnare og grønnare for kvart år. Materiale sine eigenskapar er også ekstremt gunstige, og det finnes ikkje noko godt alternativ med tanke på materialkrav i større konstruksjonar. Transporten er også av den meir miljøvennlege sorten.

Dei fleste ståltypar toler fuktigheit dårleg, med rustfrie variantar som unntak. Salt, fukt og nedbør vil korrodere materialane. Dette vil skade de estetisk og funksjonelt. I tillegg kan avrenning frå kantane skada nærliggande jord og vegetasjon. Om det er snakk om fuktige og/eller kystnære områder, kan det vere lurare å velje bort stålkantar som alternativ. Viss ikkje, bør ein alltid bruke rustfrie legeringar om mogleg.

5. Kjeldeliste

- Houska, C. (Ukjent årstal). *Deicing Salt - Recognizing the corrosion threat*. Pittsburgh, PA: TMR Consulting. Hentet fra https://www.imoa.info/download_files/stainless-steel/DeicingSalt.pdf
- International Trade Administration. (2020). *Steel Exports Monitor: United States*. Department of Commerce: United States of America. Hentet fra <https://legacy.trade.gov/steel/countries/pdfs/exports-us.pdf>
- Metal Supermarkets. (2020). *Difference between stainless steel and galvanized steel*. Metal supermarkets. Hentet fra <https://www.metalsupermarkets.com/difference-between-stainless-steel-galvanized-steel/>
- Norgate et al. (2007). Assessing the environmental impact of metal production processes. *Cleaner production*, ss. 838-848. Hentet fra <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652606002320>
- Norsk Stål AS. (2022). *Stålproduksjon i dag*. Hentet fra <https://www.norskstaal.no/om-oss/miljoe-og-baerekraft/staalproduksjon-i-dag>
- Nyiramigisha et al. (2021). Harmful Impacts of Heavy Metal Contamination in the Soil and Crops Grown Around Dumpsites. ss. 271-282. Hentet fra https://www.jstage.jst.go.jp/article/ras/9/0/9_271/_html/-char/en
- Piping Mart. (2023, 1 14). Aluminium vs Galvanized steel: What's the difference? *The Piping Mart Blog*. Hentet fra <https://blog.thepipingmart.com/metals/aluminium-vs-galvanized-steel-whats-the-difference/>
- Raffo et al. (2016). *Weathering steel as a potential source for metal contamination: Metal dissolution during 3-year of field exposure in a urban coastal site*. Rimini: Environmental Pollution. Hentet fra <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0269749116301828>
- Ryosuke et al. (2022). Future greenhouse gas emissions from metal production: gaps and opportunities toward climate goals. ss. 146-157. Hentet fra <https://pubs.rsc.org/en/content/articlehtml/2022/ee/d1ee02165f>
- Store norske leksikon. (2021). *Cortenstål*. SNL. Hentet fra <https://snl.no/cortenst%C3%A5l>
- Store Norske Leksikon. (2022). *Stål*. Hentet fra <https://snl.no/st%C3%A5l>
- Sustainable Ships. (2022). *What is the carbon footprint of steel?* Hentet fra <https://www.sustainable-ships.org/stories/2022/carbon-footprint-steel>
- Tuck, C. C. (2023). *Iron and Steel Statistics and Information*. National Minerals Information Center. Hentet fra <https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/iron-and-steel-statistics-and-information>
- Unifiedalloys. (Ukjent årstal). *Galvanized steel vs. Stainless steel*. Hentet fra <https://www.unifiedalloys.com/blog/stainless-steel-vs-galvanized>
- Wisconsin Department of Health Services. (2022, June 15). *Sulfur Dioxide*. Hentet fra

<https://www.dhs.wisconsin.gov/chemical/sulfurdioxide.htm>

6. Figurliste

Figur 1 – Eiffeltårnet: [https://no.tripadvisor.com/AttractionProductReview-g187147-d11472816-Eiffel Tower Skip the Line 2nd Level Access with Host-Paris Ile de France.html](https://no.tripadvisor.com/AttractionProductReview-g187147-d11472816-Eiffel_Tower_Skip_the_Line_2nd_Level_Access_with_Host-Paris_Ile_de_France.html)

Figur 2 – Rustfritt stål, kantar: <https://www.legacyedging.co.uk/product-category/stainless-steel/>

Figur 3 – Galvanisert stål, kantar: <https://parkleasantsoil.com.au/portfolio/galvanised-steel-edging-lengths/>

Figur 4 – Cortenstål, kant: <https://secretnyc.co/giant-drone-high-line-art-exhibit/>

Figur 5 – Aluminium, kantar: <https://www.kinley.co.uk/products/aluexcel>

Figur 6 - Gwangyang stålverk: <https://www.koreaherald.com/view.php?ud=20220301000213>

Figur 7 – Shipping tabell: <https://www.ics-shipping.org/shipping-fact/environmental-performance-environmental-performance/>

Figur 8 og 9 – Tabellar, effekt på avlingar og jordutbedring: https://www.istage.jst.go.jp/article/ras/9/0/9_271/html/-char/en

Figur 10 og 11 – Tabellar, saltabsorpsjon og korrosjonsrate: https://www.imoa.info/download_files/stainless-steel/DeicingSalt.pdf

Figur 12 – Dørterskel, aluminium: https://www.imoa.info/download_files/stainless-steel/DeicingSalt.pdf

Figur 13 – Takpanel, galvanisert stål: https://www.imoa.info/download_files/stainless-steel/DeicingSalt.pdf

Figur 14 – Bygning, cortenstål: https://www.imoa.info/download_files/stainless-steel/DeicingSalt.pdf

Figur 15 – Panelar, rustfritt stål: https://www.imoa.info/download_files/stainless-steel/DeicingSalt.pdf