

DECEMBER 2023
UDVIKLINGSSKABET BY & HAVN I/S

LYNETTEHOLM

ENDELIG RAPPORTERING AF BÆREDYGTIGHEDSINDSATS PÅ ENTREPRISE E1 OG E5
AF LYNETTEHOLM

DECEMBER 2023
UDVIKLINGSSKABET BY & HAVN I/S

LYNETTEHOLM

ENDELIG RAPPORTERING AF BÆREDYGTIGHEDSINDSATS PÅ ENTREPRISE E1 OG E5
AF LYNETTEHOLM

PROJEKTNR.

A125503

DOKUMENTNR.

HP-BYG-TN-006

VERSION

1.0

UDGIVELSESDATO

07-12-2023

BESKRIVELSE

UDARBEJDET

AKGE

KONTROLLERET

MRM, HHP

GODKENDT

HHP

INDHOLD

1	Resumé	7
1.1	Bæredygtighedsresultater	7
1.1.1	Klimaaftryk på E1	8
1.1.2	Klimaaftryk på E5	9
1.2	Konklusion	10
2	Indledning	12
3	Bæredygtighed på Lynetteholm	13
3.1	Tilgang til bæredygtighed på Lynetteholm	13
3.2	Bæredygtighedsarbejdet under anlægsfasen af E1 og E5	14
4	Bæredygtighedsresultater	15
4.1	Bæredygtighed på E1	15
4.1.1	Overordnede observationer	15
4.1.2	Klimaregnskab	15
4.1.3	Grønt regnskab for byggeplads	19
4.2	Bæredygtighed på E5	20
4.2.1	Overordnede observationer	20
4.2.2	Klimaregnskab	21
4.2.3	Grønt regnskab for byggeplads	25
5	Konklusion	27

1 Resumé

By og Havn arbejder med at integrere bæredygtighed i anlægsprojekter for at reducere klimaaftrykket¹ fra deres aktiviteter og være med til at skubbe til markedet for mere bæredygtige materialer, anlægsmaskiner, transport af materialer mv.

I forbindelse med udbud af Lynetteholm Entreprise E1 og Entreprise E5 er derfor stillet en række bæredygtighedskrav til entreprenørerne dels løbende arbejdede med at reducere bæredygtighedsaftrykket fra entrepriserne og dels indsamle data om anlægsprojekterne, for at få mere information om klimaaftryk fra anlægsaktiviteterne gennem etablering af et klimaregnskab.

Ved udbud af hhv. E1 og E5 var krav til bæredygtighed indarbejdet i prækvalifikationskriterier, evalueringskriterier og øvrige udbudsmaterialer. F.eks. var der krav til at der skulle leveres en klimaaftryksbaseline og forslag til tiltag til reduktioner af klimaaftrykket som en del af tilbuddene.

1.1 Bæredygtighedsresultater

I forbindelse med anlægsbyggeriet er de største klimateffekter, og dermed også de største potentialer for reduktioner i klimaaftrykket, forbundet med selve byggeriet. Dette inkluderer klimaaftrykket fra produktion, transport og indbygning af materialer og produkter. Tiltag på byggepladsen, f.eks. reduktion af energi-, vand- og ressourceforbrug i forbindelse med skurby har relativt set langt mindre betydning, selv om disse tiltag naturligvis også er vigtige.

Under anlægsarbejdet har entreprenører på begge entrepriser løbende rapporteret om bæredygtighedsarbejdet på bæredygtigheds møder ca. hver 6 uge.

¹ 'Klimaaftryk' anvendes i rapporten som det samlede udtryk for miljøpåvirkningen, der stammer fra udledningen af drivhusgasser (CO₂, metan, lattergas mv). Det har samme betydning som 'CO₂e-aftryk', der indimellem forkortes 'CO₂-aftryk', selv om det indbefatter flere drivhusgasser end blot CO₂.

På møderne er bl.a. behandlet hvordan entreprenøren har arbejdet for at reducere klimaafttrykket for entrepriserne, og effekterne af disse tiltag er undervejs kvantificeret gennem beregninger af klimaafttrykket.

Desuden er ført grønt regnskab for byggepladsen, hvor affaldsmængder, samt el-, diesel- og vandforbrug løbende er opgjort.

Eksempler på tiltag er f.eks. at på entreprise E5 blev almindelig spuns erstattet med en spuns med lavere klimaafttryk (EcoSheetPile™ Plus).

Det skal desuden bemærkes, at begge entreprenører tilkendegav, at det er væsentligt for dem at bygherrer stiller bæredygtighedskrav, så de har mulighed for at arbejde med at reducere deres klimaafttryk og udvikle nye metoder.

I forhold til skurbyen blev der f.eks. skiftet vinduer og etableret vindfang for at reducere varmetab, og denne blev desuden opvarmet med varmepumper, med undtagelse af de første måneder, hvor der endnu ikke var etableret strømforsyning til skurbyen. Der er også blevet affaldssorteret på begge entrepriser i 13 og 12 fraktioner for hhv. E1 og E5.

1.1.1 Klimaafttryk på E1

Per Aarsleff A/S (PAA) var entreprenør på E1. Klimaafttrykket for E1 er beregnet af PAA i et excel-værktøj udarbejdet af COWI.

I Tabel 1 kan ses hvilken reduktion i klimaafttryk, der blev opnået i endelig beregning af klimaafttrykket. Figuren er lavet af COWI på baggrund af den endelige afrapportering for klima, som PAA har leveret, se Bilag A.

Tabel 1 Sammenligning af baseline og endeligt klimaafttryk for E1. Den røde farve repræsenterer en stigning i klimaafttrykket, mens den blå farve repræsenterer en reduktion i klimaafttrykket. Brændstofforbruget til indbygning er til drift af maskiner på pladsen osv. men ikke til f.eks. transport af materialer, som er indeholdt under de enkelte materials klimaafttryk.

	Baseline [tCO ₂ e]	Endelig [tCO ₂ e]	Forskel [tCO ₂ e]	Forskel ift. baseline total [%]
Blød bund og uddybning	263	288	25	0%
Sandfyld	3.777	5.701	1.924	10%
Stabilgrus	20	5	-15	0%
Dæksten	697	829	132	1%
Sprængstensfyld	8.381	5.804	-2.577	-13%
Armeret beton	272		-272	-1%
Beton		197	197	1%
Armering		66	66	0%
Spunsvæg	738	95	-643	-3%
Geotekstil	31	4	-27	0%
Indbygning (brændstofforbrug)	5.323	3.872	-1.451	-7%
Total	19.502	16.861	-2.641	-14%

Det endelige klimaafttryk for E1 blev 16.861 t CO₂e, hvilket er 14% lavere end baselinen.

De største enkeltstående bidrag (ca. 90 %) til klimaafttryk stammer fra sandfyld, sprængstensfyld og brændstof til maskiner (indbygning).

Reduktionen i klimaafttryk stammer primært fra sprængstensfyld, som bidrager med en reduktion på 13% af klimaafttryk for baseline. Reduktionen stammer især fra at PAA har dokumenteret, at deres leverandør producerer sprængsten med et lavere klimaafttryk, end der er regnet med i baseline. En reduktion i forbruget af brændstof til indbygning ift. hvad der var forventet i baseline fører til en reduktion ift. baseline på 7%. Et øget forbrug af sandfyld resulterede i en stigning af klimaafttryk ift. baseline på 10%.

1.1.2 Klimaafttryk på E5

Munck var entreprenør på E5. Munck har entreret med bæredygtighedsassistance fra Niras, både i tilbudsskrivningen og den løbende beregning af klimaafttryk fra entreprisen.

Entreprenøren har flere gange bemærket overfor bygherrerådgiver, at de er glade for, at der i udbud og kontrakt var krav til bæredygtighed. Det har givet dem mulighed for at arbejde med bæredygtighed og opbygge kompetencer, da de ser at udviklingen i markedet forudsætter, at de har disse kompetencer.

I Tabel 2 kan ses hvilken reduktion i klimaafttryk, der blev opnået i endelig beregning af klimaafttryk. Figuren er lavet af COWI på baggrund af den endelige afrapportering for klima, som Munck har leveret, se Bilag B.

Tabel 2 Sammenligning af baseline og endeligt klimaafttryk for E5. Den røde farve repræsenterer en stigning i klimaafttryk, mens den blå farve repræsenterer en reduktion i klimaafttryk. Brændstofforbruget til indbygning er til drift af maskiner på pladsen osv. men ikke til f.eks. transport af materialer, som er indeholdt under de enkelte materials klimaafttryk.

	Baseline [tCO ₂ e]	Endelig [tCO ₂ e]	Forskel [tCO ₂ e]	Forskel ift. baseline total [%]
Asfaltmaterialer	859	769	-89	-1%
Ubundne Materialer	1.185	1.010	-175	-3%
Cement & beton	925	841	-84	-1%
Metaller	3.117	959	-2.158	-32%
Teknik	488	491	2	0%
Jordtyper	67	56	-11	0%
Brolægning	24	21	-3	0%
Indbygning (brændstofforbrug)	55	597	542	8%
Total	6.721	4.746	-1.974	-29%

Det endelige klimaafttryk for E5 blev 4.746 t CO₂e, hvilket er 29% lavere end baselineberegningen.

De største bidrag stammer i nogenlunde lige stor grad fra asfaltmaterialer, ubundne materialer (især sand og i nogen grad sprængsten), cement/beton og metaller (især spuns, armering og autoværn). Både brændstofforbrug til

indbygning og tekniske elementer såsom belysning og signalanlæg bidrager også betydeligt.

Reduktionen i klimaafttryk stammer primært fra metaller (og i særdeleshed spuns), som bidrager med en reduktion på 32% af klimaafttrykket for baseline. Reduktionen stammer fra at Munck har indkøbt EcoSheetPile™ Plus som har en tilknyttet EPD, der dokumenterer at denne har et klimaafttryk på 0,37 t CO₂e per ton spuns. Dette er noget lavere end spuns i baselineberegningen, hvor der er anvendt et klimaafttryk på 2,33 t CO₂e per ton spuns, hvilket er et gennemsnit for spuns.

1.2 Konklusion

Både klimaafttryk og det grønne regnskab gav entreprenørerne indsigt i hvilke aktiviteter, der havde et stort klimaafttryk, og der blev undervejs i projekterne fulgt op på, hvor der var muligheder for at reducere klimaafttrykket fra entrepriserne.

Begge entreprenører har screenet markedet for at kortlægge muligheder for at indkøbe mindre klimabelastende og genanvendte materialer. Derved er klimaafttrykket forbundet med materialeproduktion reduceret på begge entrepriser. Begge entreprenører har også for flere materialer kunne reducere transportafstanden.

Entreprenørerne har på forskellig vis påtaget sig opgaven med at tilknytte en bæredygtighedskordinator til anlægsarbejdet. Den ene entreprenør anvendte personer med bæredygtighedskompetencer fra eget personale, hvor den anden entreprenør entrerede med bæredygtighedsassistance fra en rådgivningsvirksomhed. Begge tilgange har resulteret i et gennemgående fokus på bæredygtighedstiltag og en tydelig organisering af bæredygtighedsarbejdet.

Udover indsatsen for at reducere klimaafttrykket fra anlægsarbejdet har begge entreprenører indført omfattende affaldssortering, forbedret energieffektiviteten i skurbyen og etableret varmepumper til opvarmning af skurby, arbejdet med genanvendelse af byggematerialer fra byggepladsen og ført logbog over bæredygtighedstiltag samt reflekteret over hvor effektive og realiserbare disse tiltag har vist sig at være. En sammenfatning af de forskellige tiltag findes i Bilag C.

Det kan konkluderes, at det på flere områder er muligt at gennemføre tiltag til at forbedre bæredygtigheden og reducere klimaafttrykket for anlægsprojekter som Lynetteholm. Samtidig er der mange barrierer, og konkret er det i mange tilfælde ikke muligt at indkøbe materialer, maskiner eller brændsler med lavere klimaafttryk, eller kun i meget begrænset omfang.

At der på et stort anlægsprojekt som Lynetteholm sættes bæredygtighedskrav, øger entreprenører og underleverandørers kendskab til bæredygtighedstiltag og samtidig kan det øge efterspørgslen på mere klimavenlige produkter, EPD'er, elektrisk materiel, klimavenlige transportformer osv. Øget efterspørgsel formodes at være med til at skubbe markedet, så der på sigt er flere klimavenlige

muligheder på markedet. Det sender samtidig et stærkt signal til entreprenører og leverandører, at bæredygtighed er et område de bør sætte fokus på, hvis de vil arbejde med store anlægsprojekter som Lynetteholm. Begge entreprenører tilkendegav at de var positive overfor at bygherrer stiller bæredygtighedskrav, så de har mulighed for at arbejde med at reducere deres klimaafttryk og udvikle nye metoder.

Dokumentationen af Lynetteholms klimaafttryk i fase 1 og erfaringerne med at indføre bæredygtighedskrav har medført, at der kunne indføres højere og mere konkrete krav til bæredygtighed i fase 2. Bæredygtighed blev således et konkurrenceparameter, der vægtede 15% i evalueringen af tilbud på udførelsen af E2-E4. De bydende skulle kvantificere deres bæredygtighedsindsats og levere klimaregnskaber for entrepriserne. De skulle vedlægge EPD'er, som dokumentation for lavere klimaafttryk for materialeproduktion og desuden beskrive, hvordan de ville nedbringe klimaafttrykket for de respektive entrepriser. Der er desuden indført en bod for at overskride det tilbudte klimaregnskab.

2 Indledning

By og Havn arbejder med at integrere bæredygtighed i anlægsprojekter for at reducere klimaaftrykket² fra deres aktiviteter og skubbe til markedet for mere bæredygtige materialer, anlægsmaskiner, transport af materialer osv.

I forbindelse med udbud af Lynetteholm Entreprise E1 og Entreprise E5 er derfor stillet en række bæredygtighedskrav til entreprenørerne dels løbende arbejdede med at reducere bæredygtighedsaftrykket fra entrepriserne og dels indsamle data om anlægsprojekterne, for at få mere information om klimaaftryk fra anlægsaktiviteterne gennem etablering af et klimaregnskab.

Denne rapport har til formål at samle op på entreprenørernes indsatser på bæredygtighedsområdet, hvor fokus hovedsageligt har været på at reducere klimaaftrykket.

² 'Klimaaftryk' anvendes i rapporten som det samlede udtryk for miljøpåvirkningen, der stammer fra udledningen af drivhusgasser (CO₂, metan, lattergas mv). Det har samme betydning som 'CO₂e-aftryk', der indimellem forkortes 'CO₂-aftryk', selv om det indbefatter flere drivhusgasser end blot CO₂.

3 Bæredygtighed på Lynetteholm

3.1 Tilgang til bæredygtighed på Lynetteholm

At arbejde med bæredygtighed i forbindelse med infrastruktur inkl. havne er i sin opstart, og har været eksponentielt voksende under de indledende entrepriser af Lynetteholm.

I de første udbud er der primært stillet kvalitative bæredygtighedskrav, som havde til formål både at forbedre bæredygtighedsaftryk fra entrepriserne, og at indsamle data og erfaringer med brug af bæredygtighedskrav og viden om klimaaftryk fra anlægsaktiviteter.

Ved udbud af hhv. E1 og E5 var krav til bæredygtighed indarbejdet i prækvalifikationskriterier, evalueringskriterier og øvrige udbudsmaterialer. F.eks. var der krav til, at der skulle leveres en klimaaftryksbaseline og gives forslag til tiltag til reduktioner af klimaaftrykket som en del af tilbuddene. Krav til bæredygtighed blev vægtet med 10% i tilbudsfasen.

Der var i udbudsmaterialet bl.a. krav om:

- > Bæredygtighedskordinator inkl. CV og referencer
- > Miljø eller bæredygtighedsledelsescertifikat eller anden dækkende dokumentation for, at ansøger har et miljøledelsessystem, som opfylder kravene i EU-ordningen for miljøstyring og miljørevision (EMAS), og opfylder betingelserne for certificering efter ISO-standard 14001:2015 eller tilsvarende.
- > En redegørelse for tilbudsgivers tilgang til bæredygtighed på projektet, herunder hvorledes tilbudsgiver vil sikre projektet en bæredygtig profil herunder:
 - > Materialekortlægning/screening af eksisterende materialer med henblik på optimering af genbrug og genanvendelse af eksisterende materialer.
 - > Indtænkning af (gen)brug og genanvendelse af konstruktioner og konstruktionsdele efter de har nået deres levetid.
 - > Oplæg til minimering af CO₂- og miljøaftryk fra ressourcer og materialer, der anvendes i store mængder eller til aktiviteter, der gentages mange gange.
 - > Anvendelse af princippet bæredygtig byggeplads, eksempelvis, men ikke begrænset til, metoder til:
 - Organisering og styring af arbejdet.
 - Planlægning og udførsel af tiltag til at reducere udslip af klimagasser, vandforbrug og affaldsmængder.

- Metode til dokumentering i hele byggeperioden, herunder byggepladsregnskab for CO₂, vand og affald og anvendelse af EPD ved materialekøb. Tilbudsgiver bør i tilbuddet vedlægge en skitse til grønt regnskab for byggepladsen relateret til projektet.
 - Planlægning af affaldssortering og fjernelse af affald på byggepladsen. Tilbudsgiver bør i tilbuddet vedlægge en skitse til en bæredygtig affaldshåndteringsplan for byggepladsen efter principper i bæredygtig byggeplads og bæredygtig anvendelse af materialer.
 - Øge genbrug og genanvendelse af byggematerialer fra byggepladsen (herunder lokal genanvendelse, leverandøraftaler om tilbage-tagningsordninger mv.).
 - Eksempler på bæredygtighedstiltag implementeret undervejs i projektet, der minimerer påvirkninger fra projektet med fokus på indsatser der, hvor der forbruges store mængder (eksempelvis sand, grus og sten) eller udføres mange gentagelser (fx transport af materialer til og fra området), for at sætte ind hvor effekten bliver størst mulig.
- Oplysninger om maskinel med et minimeret miljøaftryk, som tilbudsgiver fast vil anvende til udførelse af opgaven (fx køretøjer, der anvender fossilfrie drivmidler, fx biodiesel eller grøn strøm, el-køretøjer, miljøvenlige kraner og lignende). Tilbudsgiver bør beskrive, hvordan tilbudsgiver vil sikre optimering af anvendelse af køretøjer og maskinel med minimeret miljø- og CO₂-fodaft tryk til udførelse af opgaven.

En dybdegående evaluering af udbudskriterier og anbefalinger til fremtidige udbud er tidligere udarbejdet af COWI og Bech Bruun.

3.2 Bæredygtighedsarbejdet under anlægsfasen af E1 og E5

Under anlægsarbejdet har entreprenører på begge entrepriser løbende rapporteret om bæredygtighedsarbejdet på bæredygtighedsmøder ca. hver 6 uge. Der har på disse møder løbende været dialog om mulige tiltag til at forbedre bæredygtigheden. På møderne er bl.a. behandlet hvordan entreprenøren har arbejdet for at reducere klimaaft trykket for entrepriserne, og effekterne af disse tiltag er undervejs kvantificeret gennem beregninger af klimaaft trykket.

Desuden er ført grønt regnskab for byggepladsen, hvor affaldsmængder, samt el-, diesel- og vandforbrug løbende er opgjort.

Begge entreprenører har leveret grønt regnskab, logbog over bæredygtighedstiltag samt beregninger af klimaaft trykket undervejs i projektet for at vurdere effekten af tiltag, der var blevet aftalt ifm. tilbudsafgivning, samt vurdere muligheden for yderligere tiltag.

Begge entreprenører har afslutningsvist afleveret en slutrapportering af klimaaft trykket fra entreprisen, en samlet logbog over tiltag og det endelige grønne regnskab. Disse er vedlagt i bilag A og B.

4 Bæredygtighedsresultater

4.1 Bæredygtighed på E1

4.1.1 Overordnede observationer

Per Aarsleff A/S (PAA) har i starten af entreprisen arbejdet målrettet med bæredygtighed og har bl.a. etableret et bæredygtighedscenter, udarbejdet en strategi for bæredygtighed og valgte desuden at mande op på bæredygtighedsområdet, da PAA oplever og forventer, at der kommer flere og flere krav til bæredygtighed i udbud.

Bæredygtighedsresultater er løbende blevet rapporteret på bæredygtighedsmøder med PAA ca. hver 6. uge.

PAA har løbende arbejdet med at reducere klimaafttrykket for E1, og effekterne af tiltag er undervejs kvantificeret gennem CO₂-beregninger.

Desværre oplevede PAA en række opsigelser på bæredygtighedsområdet i slutningen af entreprisen hvilket havde en vis effekt på afslutningen af arbejdet.

4.1.2 Klimaregnskab

Klimaafttrykket for E1 er beregnet af PAA i et excel-værktøj udarbejdet af COWI. Excel-værktøjet er baseret på en normativ livscyklus-baseret beregningsmetode, ofte kaldt attributional livscyklusvurdering (A-LCA), som anvender gennemsnitlige data til at beregne klimaafttryk for produkter eller projekter. Metoden er den mest udbredte metode til beregning af klimaafttryk, og A-LCA-metoden anvendes bl.a. i InfraLCA samt til udarbejdelse af miljøvaredeklarationer (EPD'er). Derfor er A-LCA-metoden også anvendt til beregning af klimaafttrykket for E1.

PAA har udarbejdet fem beregninger for klimaafttryk for E1:

- Tilbuds-beregning, der blev udarbejdet og afleveret med tilbud med mængder fra tilbudslisten og generiske emissionsfaktorer.
- Baseline-beregning, der blev udarbejdet ved opstart af entreprisen med mængder fra revideret tilbudsliste og generiske emissionsfaktorer.
- Foreløbig beregning fra oktober 2022, der inkluderer både generiske og produktspecifikke emissionsfaktorer, specifikke transportafstande samt estimerede materiemængder og brændstofforbrug for hele entreprisen.
- Foreløbig beregning fra februar 2023, er en revidering af beregningen fra oktober med et opdateret estimat for materiemængder og brændstofforbrug til hele entreprisen.

- > Endelig beregning, der blev udarbejdet efter E1 var afsluttet. Beregningen inkluderer både generiske og produktspecifikke emissionsfaktorer, specifikke transportafstande samt endelige materialemængder og brændstofforbrug for hele entreprisen.

I Tabel 3 kan ses hvilken reduktion i klimaaftryk, der blev opnået i endelig beregning af klimaaftrykket. Figuren er lavet af COWI på baggrund af den endelige afrapportering for klima, som PAA har leveret, se Bilag A.

Tabel 3 Sammenligning af baseline og endeligt klimaaftryk for E1. Den røde farve repræsenterer en stigning i klimaaftrykket, mens den blå farve repræsenterer en reduktion i klimaaftrykket. Brændstofforbruget til indbygning er til drift af maskiner på pladsen osv. men ikke til f.eks. transport af materialer, som er indeholdt under de enkelte materials klimaaftryk.

	Baseline [tCO ₂ e]	Endelig [tCO ₂ e]	Forskel [tCO ₂ e]	Forskel ift. baseline total [%]
Blød bund og uddybning	263	288	25	0%
Sandfyld	3.777	5.701	1.924	10%
Stabilgrus	20	5	-15	0%
Dæksten	697	829	132	1%
Sprængstensfyld	8.381	5.804	-2.577	-13%
Armeret beton	272		-272	-1%
Beton		197	197	1%
Armering		66	66	0%
Spunsvæg	738	95	-643	-3%
Geotekstil	31	4	-27	0%
Indbygning (brændstofforbrug)	5.323	3.872	-1.451	-7%
Total	19.502	16.861	-2.641	-14%

Det endelige klimaaftryk for E1 blev 16.861 t CO₂e, hvilket er 14% lavere end baselinen. De største enkeltstående bidrag (ca. 90 %) til klimaaftrykket stammer fra sandfyld, sprængstensfyld og brændstof til maskiner (indbygning).

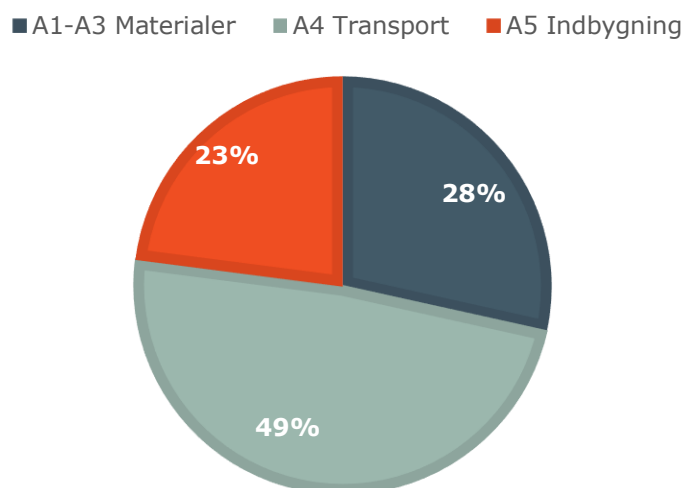
Reduktionen i klimaaftryk stammer primært fra sprængstensfyld, som bidrager med en reduktion på 13% af klimaaftrykket for baseline. Reduktionen stammer især fra at PAA har dokumenteret, at deres leverandør producerer sprængsten med et lavere klimaaftryk, end der er regnet med i baseline.

Desuden var der en reduktion i forbruget af brændstof til indbygning ift. hvad der var forventet i baseline, hvilket førte til en reduktion ift. baseline på 7%.

Modsat var der et øget forbrug af sandfyld, hvilket resulterede i en stigning af klimaaftrykket ift. baseline på 10%.

Siden baselineberegningen er der foretaget en ændring i opgørelsen for armeret beton, hvor mængder af armering og beton opgøres hver for sig. Der er derfor ikke som sådan tale om et fald i klimaaftrykket fra armeret beton eller en stigning i klimaaftrykket fra beton og armering, men blot en anden måde at opgive materialerne på. Samlet set er der sket en reduktion på 9 t CO₂e for armeret beton ift. baselinen.

Figur 1 viser, at det største bidrag til det samlede klimaaftryk kommer fra transporten af materialer (A4), hvilket bidrager med 49%. 28% kommer fra produktionen af materialer (A1-A3) og 23% kommer fra indbygning (A5).



Figur 1 Sammenligning af bidraget fra de forskellige faser for den endelige beregning af klimaaftrykket for E1.

Tabel 4 viser en sammenligning af de mængder, der anvendes til baseline og endelig beregning af klimaaftrykket. Her fremgår det, at der sammenlignet med mængderne opgivet i tilbudslisten er anvendt langt mindre stabilgrus og geotekstil, noget mindre spuns og brændstof, noget flere dæksten og der er opgraved mere blødbund og indbygget mere sandfyld.

Ovenstående forskelle i mængder er meget afgørende for det endelige klimaaftryk. Det gør det samtidig sværere blot ud fra tallene i Tabel 3 at forstå hvordan reduktioner i klimaaftrykket er opstået. Da sandfyld bidrager meget til det samlede klimaaftryk, resulterer det øgede forbrug i en stor stigning i klimaaftrykket, som dog modvirkes af andre tiltag, særligt den lavere emissionsfaktor anvendt for sprængstensfyld samt det reducerede brændstofforbrug.

Tabel 4 Sammenligning af mængder anvendt i baseline og endelige beregninger af klimaafttryk for E1. Den røde farve repræsenterer en stigning i materialeforbruget, mens den blå farve repræsenterer en reduktion i materialeforbruget.

	Enhed	Baseline	Endelig	Forskel	Forskel [%]
Blød bund og uddybning	m ³	258,000	311,607	53,607	21%
Sandfyld	m ³	566,000	854,304	288,304	51%
Stabilgrus	m ³	4,000	885	-3,115	-78%
Dæksten	m ³	37,000	48,242	11,242	30%
Sprængstensfyld	m ³	538,500	505,417	-33,083	-6%
Armeret beton	m ³	460		-460	
Beton	m ³		448	448	
Armering	t		86	86	
Spunsvæg	t	314	249	-65	-21%
Geotekstil	m ²	93,400	12,857	-80,543	-86%
Indbygning (brændstofforbrug)	L	1,600,000	1,163,698	-436,302	-27%

Forbrug af materialer som sandfyld, sprængstensfyld og afgravning af blødbund kan variere en del afhængig af de fysiske forhold i området og er derfor noget, som er udenfor entreprenørens kontrol. Entreprenøren kan naturligvis reducere spild af materialer under indbygning, men kan ikke bruge færre eller flere materialer end der pga. de fysiske forhold er behov for. Ændringerne i klimaafttrykket, der er opstået pga. forskelle i mængderne mellem baseline og endelig beregning er derfor i det store billede ikke en parameter, som entreprenøren kan påvirke eller ændre. Trods dette kan det ses at klimaafttrykket fra disse er væsentlige.

Det er relevant at se nærmere på de områder, hvor Aarsleff har haft mulighed for at arbejde aktivt med reduktion af klimaafttrykket.

Det største enkeltstående bidrag til at reducere klimaafttrykket fra E1 stammer fra sprængstensfyld, hvor PAA har indhentet dokumentation fra producenten i Norge på, at klimaafttrykket forbundet med produktionen af stenene er på 0,659 kg CO₂e per ton sprængsten, hvor baselineberegningen antager et klimaafttryk på 2,4 kg CO₂e per ton sprængsten.

Desuden har PAA indkøbt EcoSheetPile™ Plus med EPD (stålspuns produceret med 100% genbrugsmateriale samt 100% vedvarende energi dokumenteret gennem oprindelsesgarantier³), der har et klimaafttryk på 0,37 t CO₂e per ton spuns, hvor baselineberegningen antager et klimaafttryk på 2,33 t CO₂e per ton spuns. I kombination med at PAA ligeledes reducerede mængden af indbygget spuns på 65 tons, resulterer dette i en reduktion af klimaafttrykket fra produktion og transport af spuns på 643 t CO₂e.

Der er også sket en reduktion ift. armeringsstål. PAA har indkøbt armeringsstål, der har et klimaafttryk på 0,773 t CO₂e per ton stål, hvor baselineberegningen antager et klimaafttryk på 1,057 t CO₂e per ton stål. Samtidig har PAA fremkommet med et alternativt design for armering til betonoverbygning på Sydlig kaj.

³ [EcoSheetPile™ Plus - ArcelorMittal - Steel Sheet Piles](#)

Det alternative design har reduceret armeringsforbruget med 20-25%. Samlet set har initiativet resulteret i en reduktion i klimaaftrykket på 74 t CO₂e.

PAA er af bygherre blevet bedt om at forlænge sydøstlig dæmning med 50 m ind i fase 2-området. Ved tilslutning af intern dæmning til eksisterende land, er der tilkommet ca. 10 meter med dæmning, da tilslutningen ikke var tegnet korrekt. De samlede 60 meters forlængelse har medført øgede mængder af blødbundsafgravning, sandfyld og stenmaterialer. Da sandfyld og stenmaterialer udgør langt det største bidrag til det samlede klimaaftryk for entreprisen, kan det øgede klimaaftryk forbundet med forlængelsen nogenlunde estimeres, ved at beregne andelen de 60 meter udgør af den samlede perimeter. Dette svarer til 60 m / 1925 m⁴, hvilket er 3,12 %. Dvs. man kan antage at 3,2 % af det endelige klimaaftryk stammer fra de ovenfor beskrevne udvidelser, hvilket svarer til 526 t CO₂e. De 526 t CO₂e stammer fra arbejder, der ikke indgår i baselineberegningen og dette skal inddrages i sammenligning med baseline-beregningen, hvor denne reelt er reduceret med 526 t CO₂e mere end det fremgår af Tabel 3.

4.1.3 Grønt regnskab for byggeplads

Det grønne regnskab for byggepladsen opgør affaldsmængder, samt el-, diesel- og vandforbrug.

I forbindelse med anlægsbyggeriet er de største klimateffekter, og dermed også de største potentialer for reduktioner af klimaaftrykket forbundet med selve byggeriet. Dette inkluderer klimaaftrykket fra produktion, transport og indbygning af materialer og produkter. Tiltag på byggepladsen, f.eks. reduktion af energi-, vand- og ressourceforbrug i forbindelse med skurby har relativt set langt mindre betydning, selv om disse tiltag naturligvis også er vigtige. PAA fremhæver selv at tiltag på byggepladsen er med til at ændre kulturen blandt de ansatte ift. Bæredygtighed, og fastholde fokus på bæredygtighed gennem hele projektet.

Formålet med det grønne regnskab var at monitorere forbrug og affaldsproduktion på byggepladsen, så PAA havde mulighed for at lave tiltag til f.eks. brændstofoptimering eller affaldssortering undervejs og fremadrettet.

Tabel 5 viser el-, diesel- og vandforbrug for E1. Tabellen er lavet på baggrund af det endelige grønne regnskab leveret af PAA, se Bilag A.

Tabel 5 Grønt regnskab for el-, diesel- og vandforbrug for E1 som oplyst af PAA.

Forbrugspost	Forbrug
Elforbrug	246.515 kWh
Dieselforbrug til maskiner og generator	1.163.698 L
Vandforbrug (skurby)	526 m ³

⁴ Ifølge stationeringslinjer: HP-GEN-DWG-300 v.5.0

Den løbende rapportering af det grønne regnskab resulterede i, at PAA implementerede tiltag til at reducere varmekonsumet, ved at benytte ekstra isolerede skurvogne, udskifte vinduer, etablere ny varmepumpe og indføre natsænkning i skurbyen.

Opgørelsen af brændstofforbrug anvendes til at beregne CO₂-aftryk for indbygning (A5) i beregninger af klimaaftrykket for E1. Dieselforbruget til skurbyen er ikke opgivet særskilt, og derfor er et mindre forbrug af diesel til opvarmning af skurbyen medtaget i forbruget af diesel til indbygning i den endelige beregning af klimaaftrykket for E1. Til sammenligning er der af Munck opgivet et forbrug til opvarmning af skurbyen de første måneder uden strøm for E5 på 44.160 L. Det svarer til knap 4% af det samlede dieselforbrug opgivet for E1. Det kan derfor antages at der er tale om en mindre andel af det rapporterede dieselforbrug, der er anvendt til opvarmning af skurbyen.

Klimaaftrykket for el er 0 kg CO₂e/kWh, hvilket er dokumenteret af el-leverandøren, Vindstød, via deklaration⁵. Til sammenligning er klimaaftrykket for gennemsnitlig elmix i Danmark 0,36 kg CO₂e/kWh. Derfor indgår el-forbruget ikke i beregninger af klimaaftrykket, da bidraget er 0.

Grønt regnskab indeholder også en rapportering af affaldsmængder samt beskrivelse af affaldsbehandling.

PAA har sorteret affald i 8 forskellige fraktioner og dertil 5 fraktioner for farligt affald, i alt 13 forskellige fraktioner. PAA sigtede efter 90% genanvendelse på pladsen, men dette viste sig ikke at være muligt, da arbejdet på vandet gør dette vanskeligt. Især pga. at jernbanesveller (af træ), som udgør ca. 27% af den samlede affaldsmængde, sendes til affaldsforbrænding, da de slides op på prammene og herved ikke kan genanvendes. Eksklusiv jernbanesveller var den endelige genanvendelsesgrad 48%. Inklusiv jernbanesveller var genanvendelsesgraden 37%.

Aarsleff opgiver også forbrugte mængder samt leverandører, transportmidler og transportdistancer i grønt regnskab, som anvendes i den endelige beregning af klimaaftryk.

4.2 Bæredygtighed på E5

4.2.1 Overordnede observationer

Munck var entreprenør på E5. De har oplyst, at de ikke tidligere har arbejdet systematisk med bæredygtighed, og at denne entreprise har været med til at udvide deres bæredygtighedskompetencer.

⁵ [Individuel deklaration for strøm fra Vindstød, 2021 \(vindstoed.dk\)](https://vindstoed.dk/)

Munck har entereret med bæredygtighedsassistance fra NIRAS, både i tilbuds-skrivningen og den løbende beregning af klimaafttryk fra entreprisen.

Entreprenøren har flere gange bemærket overfor bygherrerådgiver, at de er glade for, at der i udbud og kontrakt var krav til bæredygtighed. Det har givet dem mulighed for at arbejde med bæredygtighed og opbygge kompetencer, da de ser at udviklingen i markedet forudsætter, at de har disse kompetencer.

Bæredygtighedsresultater er løbende blevet rapporteret på bæredygtighedsmøder med Munck ca. hver 6. uge.

Munck har løbende arbejdet med at reducere klimaafttrykket for E5, og effekterne af tiltag er undervejs kvantificeret gennem beregninger af klimaafttrykket.

4.2.2 Klimaregnskab

Klimaafttrykket for E5 er beregnet af NIRAS og er udført i InfraLCA v2.11, som er udviklet specifikt til at regne klimaafttryk for veje, som krævet i udbuddet.

Munck har leveret fire beregninger for klimaafttryk for E5:

- > Tilbuds-beregning, der blev udarbejdet ved tilbudsgivning med mængder fra tilbudslisten og generiske emissionsfaktorer.
- > Baseline-beregning, der blev udarbejdet ved opstart af entreprisen med mængder fra revideret tilbudsliste og generiske emissionsfaktorer.
- > Foreløbig beregning fra juni 2022, der inkluderer både generiske og produktspecifikke emissionsfaktorer, specifikke transportafstande samt en kombination af foreløbige materialeopgørelser og teoretiske mængder fra tilbudslisten.
- > Endelig beregning, der blev udarbejdet efter E5 var afsluttet. Beregningen inkluderer både generiske og produktspecifikke emissionsfaktorer, specifikke transportafstande samt endelige materialemængder og brændstofforbrug for hele entreprisen.

Tabel 6 kan ses hvilken reduktion i klimaafttryk, der blev opnået i endelig beregning af klimaafttrykket. Figuren er lavet af COWI på baggrund af den endelige af-rapportering for klima, som Munck har leveret, se Bilag B.

Tabel 6 *Sammenligning af baseline og endeligt klimaafttryk for E5. Den røde farve repræsenterer en stigning i klimaafttrykket, mens den blå farve repræsenterer en reduktion i klimaafttrykket. Brændstofforbruget til indbygning er til drift af maskiner på pladsen osv. men ikke til f.eks. transport af materialer, som er indeholdt under de enkelte materials klimaafttryk.*

	Baseline [tCO ₂ e]	Endelig [tCO ₂ e]	Forskel [tCO ₂ e]	Forskel ift. baseline total [%]
Asfaltmaterialer	859	769	-89	-1%
Ubundne Materialer	1.185	1.010	-175	-3%
Cement & beton	925	841	-84	-1%
Metaller	3.117	959	-2.158	-32%
Teknik	488	491	2	0%
Jordtyper	67	56	-11	0%
Brolægning	24	21	-3	0%
Indbygning (brændstofforbrug)	55	597	542	8%
Total	6.721	4.746	-1.974	-29%

Det endelige klimaafttryk for E5 blev 4.746 t CO₂e, hvilket er 29% lavere end baselinen.

De største bidrag til klimaafttrykket stammer i nogenlunde lige stor grad fra asfaltmaterialer, ubundne materialer (især sand og i nogen grad sprængsten), cement/beton og metaller (især spuns, armering og autoværn). Både brændstofforbrug til indbygning og tekniske elementer såsom belysning og signalanlæg bidrager også betydeligt.

Reduktionen i klimaafttryk stammer primært fra metaller, og i særdeleshed fra spuns, men autoværn, armering mv. bidrager også væsentligt. Reduktionen i klimaafttryk fra metaller bidrager med en reduktion på 32% af klimaafttrykket for baselinen.

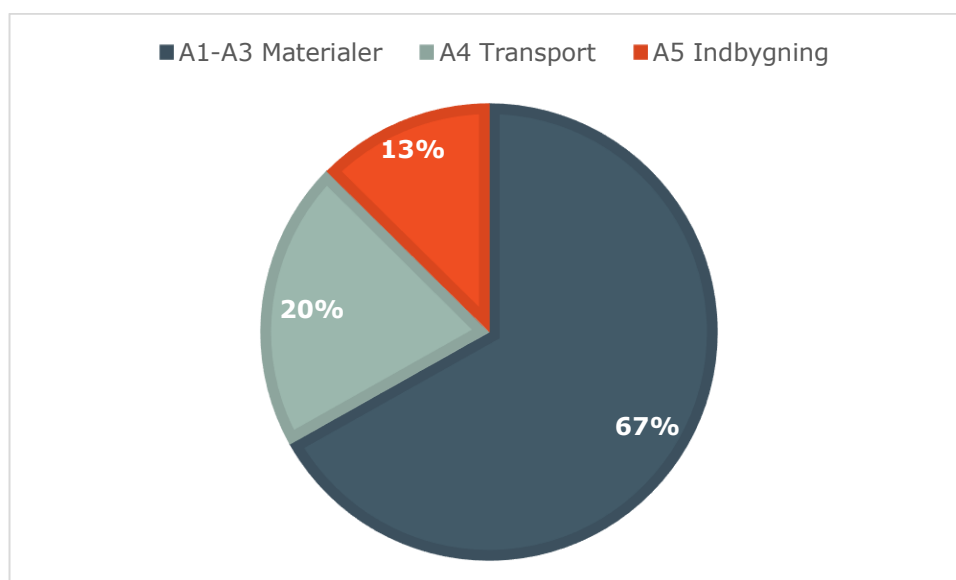
Reduktionen stammer fra at Munck har indkøbt EcoSheetPile™ Plus som har en tilknyttet EPD, der dokumenterer at denne har et klimaafttryk på 0,37 t CO₂e per ton spuns (stålspuns produceret med 100% genbrugsmateriale samt 100% vedvarende energi dokumenteret gennem oprindelsesgarantier⁶). Dette er noget lavere end spuns i baselineberegningen, hvor der er anvendt et klimaafttryk på 2,33 t CO₂e per ton spuns, hvilket er et gennemsnit for spuns.

For klimaafttrykket forbundet med indbygning, er der en betydelig forskel mellem baseline og det endelige klimaafttryk. Det skyldes, at Munck har foretaget en korrektion i beregningen af klimaafttryk forbundet med indbygning, så dieselforbruget baseres på det endelige forbrug opgivet af Munck i stedet for det

⁶ [EcoSheetPile™ Plus - ArcelorMittal - Steel Sheet Piles](#)

estimerede forbrug beregnet i InfraLCA. Med udgangspunkt i de faktiske mængder materialer, som er medtaget i InfraLCA i den endelige opgørelse og de gennemsnitlige faktorer vedrørende dieselforbrug i maskiner til indbygning, der er indbygget i InfraLCA, er der beregnet et samlet dieselforbrug ved indbygning på 18.432 L. Munck oplyser dog et samlet dieselforbrug i løbet af projektet på 179.538 L, som dækker over forbruget til både maskiner og generatorer i hele projektet (på nær generatorer til skurbyen). Det faktiske forbrug for entreprisen er altså næsten en faktor 10 højere end beregnet i InfraLCA. Dette viser, at der ved beregninger i InfraLCA kan ske en betydelig underestimering af klimaafttrykket forbundet med brændstofforbrug til indbygning. Den endelige beregning af klimaafttrykket for E5 præsenteret i nærværende rapport er baseret på det forbrug af diesel, som er oplyst af Munck.

Figur 2 viser, at det største bidrag til det samlede klimaafttryk kommer fra produktionen af materialer (A1-A3), hvilket bidrager med 67%. 20% kommer fra transporten af materialer (A4) og 13% kommer fra indbygning (A5).



Figur 2 Sammenligning af bidraget fra de forskellige faser for den endelige beregning af klimaafttrykket for E5.

Tabel 7 viser en sammenligning af de mængder, der anvendes til baseline og endelige beregninger af klimaafttrykket. Her fremgår det, at der sammenlignet med mængderne opgivet i tilbudslisten er anvendt væsentligt mere asfaltmateriale og ubundne materiale, men også væsentligt mindre brolægningmateriale.

Tabel 7 Sammenligning af mængder anvendt i baseline og endelige beregninger af klimaaftryk for E5. Den røde farve repræsenterer en stigning i materialeforbruget, mens den blå farve repræsenterer en reduktion i materialeforbruget.

	Baseline [t]	Endelig [t]	Forskel [t]	Forskel [%]
Asfaltmaterialer	13,112	14,129	1,017	8%
Ubundne Materialer	206,903	231,746	24,843	12%
Cement & beton	14,892	14,610	-282	-2%
Metaller	1,395	1,414	20	1%
Teknik	639	640	1	0%
Jordtyper	79,866	82,746	2,880	4%
Brolægning	175	152	-23	-13%
Total	316,981	345,437	28,456	9%

Munck har foretaget en række tiltag for at reducere klimaaftrykket for E5. Herunder er listet en række af disse tiltag. En komplet liste kan findes i Muncks logbog over bæredygtige tiltag. Mere detaljerede beskrivelser af tiltagenes effekter står beskrevet i Muncks endelige afrapportering af klima, se Bilag B.

- > Ved at anvende EcoSheetPile™ Plus fremfor gennemsnitlig stålspons, opnås der en væsentlig reduktion af drivhusgasudledningerne forbundet med materialefremstilling (- 1.953 ton CO₂e). Transport af materialer med tog fremfor lastbil medfører derudover en reduktion af emissionerne forbundet med transport (- 134 ton CO₂e).
- > Ved at udføre den hydrauliske bundne bærelag (HBB) in situ i hele projektet har det bl.a. været muligt at bruge såkaldt CO₂-reduceret cement i HBB, hvilket har medført en reduktion af emissionerne fra materialefremstillingen på ca. 149 t CO₂e. Reduktionen i mængderne HBB resulterer også i en reduktion i emissionerne fra transport og indbygning af materialerne.
- > På trods af anvendelsen af en større mængde sand til dæmning end oprindeligt estimeret i tilbudsfasen, har Munck minimeret emissioner fra transport af sand ved at hente sand fra Juelsgrund frem for Kriegers Flak, hvor afstand er reduceret med ca. 50 km (fra 95 km til 45 km) og den afledte transportemission med samlet 123 ton CO₂e.
- > Brug af knust beton fra Norecco (ca. 5 km transportafstand) som stabilgrusmateriale, frem for stabilgrus fra Grusgrav Roskilde (ca. 50 km transportafstand) resulterede i en reduktion fra transport på 63 t CO₂e.
- > Anvendelse af slagge som vejkassemateriale og tilslag til bitumen stabiliseret materiale (BSM) på Prøvestenen betyder en reduktion i klimaaftrykket fra materialet. Da dette er en bygherreleverance er tiltaget integreret i både baseline og endelig beregning, og fremgår derfor ikke af sammenligningen. Anvendelse af mere slagge end oprindeligt estimeret i tilbudsfasen resulterer i en stigning i emissionerne fra transport og indbygning (ca. + 860 kg CO₂e), men en reduktion i emissionerne fra materialeproduktion (- 600 kg CO₂e).

- > Genbrug af eksisterende dæksten var tænkt ind i projektet allerede i tilbudsfasen, men Munck fandt ud af, at mængderne af dæksten som kunne genbruges, var mindre end forventet. Det har været nødvendigt at anvende 1.359 ton nye dæksten mere end estimeret i baseline opgørelsen, hvilket har resulteret i en stigning af emissioner.

Munck har indkøbt materialer med dokumenteret klimaaftryk fra EPD'er for fem materialetyper:

- > Indkøbt EcoSheetPile™ Plus har et klimaaftryk på 0,37 t CO₂e per ton spuns, hvor den generiske emissionsfaktor i InfraLCA er på 2,33 t CO₂e per ton spuns.
- > Indkøbt CO₂-reduceret cement med et klimaaftryk på 0,599 t CO₂e per ton stål, hvor den generiske emissionsfaktor i InfraLCA er på 1,057 t CO₂e per ton stål.
- > Indkøbt armeringsstål med et klimaaftryk på 0,773 t CO₂e per ton stål, hvor den generiske emissionsfaktor i InfraLCA er på 1,057 t CO₂e per ton stål.
- > Der er indkøbt flere forskellige typer anlægskonkret med EPD'er. EPD'erne på beton har lidt højere CO₂ aftryk end de generiske emissionsfaktorer anvendt i baselineberegningen i InfraLCA. F.eks. har "Anlægskonkret 40" (C40/50, Cement, CEM I 42,5 N - SR 5 (EA)) et klimaaftryk på 0,462 t CO₂e per m³ beton, hvor den generiske emissionsfaktor i InfraLCA er på 0,427 t CO₂e per m³ beton.
- > Indkøbt sand har et klimaaftryk på 2,1 kg CO₂e per ton sand, hvor den generiske emissionsfaktor i InfraLCA er på 2,4 kg CO₂e per ton sand.

4.2.3 Grønt regnskab for byggeplads

Det grønne regnskab for byggepladsen opgør affaldsmængder, samt el-, diesel- og vandforbrug.

I forbindelse med anlægsbyggeriet er de største klimaeffekter, og dermed også de største potentialer for reduktioner i klimaaftrykket, forbundet med selve byggeriet. Dette inkluderer klimaaftrykket fra produktion, transport og indbygning af materialer og produkter. Tiltag på byggepladsen, f.eks. reduktion af energi-, vand- og ressourceforbrug i forbindelse med skurby har relativt set langt mindre betydning, selv om disse tiltag naturligvis også er vigtige.

Formålet med det grønne regnskab var at monitorere forbrug og affaldsproduktion på byggepladsen, så Munck havde mulighed for at lave tiltag til f.eks. brændstofoptimering eller affaldssortering undervejs og fremadrettet.

Tabel 8 viser el-, diesel- og vandforbrug for E5. Tabellen er lavet på baggrund af det endelige grønne regnskab leveret af Munck, se Bilag B.

Diesel til skurby blev brugt ifm. manglende strømforsyning til skurbyen de første tre måneder af entreprisen, hvorefter skurbyen opvarmedes fra el.

Tabel 8 Grønt regnskab for el-, diesel- og vandforbrug for E5 som oplyst af Munck.

Forbrugspost	Forbrug
Elforbrug	83.738 kWh
Dieselforbrug til generator (skurby), anvendt fra 04.01.2022 til 24.03.2022	44.160 L
Dieselforbrug til generator	179.538 L
Vandforbrug (skurby)	128 m ³

Opgørelsen af brændstofforbrug anvendes til at beregne klimaafttrykket for indbygning (A5) i beregninger af klimaafttrykket for E5. Som tidligere beskrevet er dieselforbruget til indbygning meget underestimeret i InfraLCA. Grundet brændstofopgørelsen fra det grønne regnskab kunne dieselforbruget til indbygning korrigeres til det faktiske forbrug, så det beregnede klimaafttryk bliver mere retvisende.

Klimaafttrykket for el er 0 kg CO₂e/kWh, hvilket er dokumenteret af el-leverandøren, Vindstød, via deklaration⁷. Til sammenligning er klimaafttrykket for det gennemsnitlige elmix i Danmark ca. 0,36 kg CO₂e/kWh. Derfor indgår el-forbruget ikke direkte i beregningerne af klimaafttrykket, da bidraget er 0.

Varmetab i skurbyen blev reduceret ved at etablere vindfang. Vandforbrug blev reduceret ved at bruge havvand til støvbekæmpelse i stedet for drikkevand. Størrelsen på besparelsen er ikke nærmere kvantificeret.

Grønt regnskab indeholder også en rapportering af affaldsmængder samt beskrivelse af affaldsbehandling. Munck har sorteret affald i 12 forskellige fraktioner og mere end 90% er sendt til genanvendelse.

⁷ [Individuel deklaration for strøm fra Vindstød, 2021 \(vindstoed.dk\)](https://vindstoed.dk/)

5 Konklusion

Arbejdet med bæredygtighed på Lynetteholm Entreprise E1 og E5 har ført til at entreprenørerne har øget deres kendskab til bæredygtighed i begge anlægsprojekter. Både Munck og PAA har tilkendegivet, at de var glade for, at der blev stillet bæredygtighedskrav, så de fik mulighed for at få erfaring med at arbejde med bæredygtighed.

Både klimaaftryk og det grønne regnskab gav entreprenørerne indsigt i hvilke aktiviteter, der havde et stort klimaaftryk, og der blev undervejs i projekterne fulgt op på, hvor der var muligheder for at reducere klimaaftrykket fra entrepriserne.

Ved sammenligning med baselineberegninger er det lykkedes entreprenørerne at reducere klimaaftrykket for E1 og E5 med hhv. 14% og 29%. Anlægsarbejdet på E1 og E5 er meget forskellige, og der har været store forskelle på hvor entreprenørerne kunne sætte ind. F.eks. er klimaaftrykket for E1 meget tæt knyttet til forbruget af sten og sandfyld, og disse to poster er det vanskeligt at ændre særligt på ift. mængder eller alternative materialer. Materialerne har i forvejen meget lavt klimaaftryk, men da der bruges meget store mængder, bliver klimapåvirkningen stor.

Begge entreprenører har screenet markedet for at kortlægge muligheder for at indkøbe mindre klimabelastende materialer. Derved er klimaaftrykket forbundet med materialeproduktion reduceret på begge entrepriser. Begge entreprenører har også for flere materialer kunne reducere transportafstanden.

Entreprenørerne har undersøgt muligheden for at anvende elektriske maskiner til anlægsarbejdet, men dette er ikke lykkedes. De meddeler, at maskiner til entreprisernes størrelser og formålet er på vej, men endnu ikke tilgængelige.

PAA undersøgte muligheden for at indkøbe HVO diesel, men måtte konstatere at det ikke var muligt at få en forsyningsaftale på de mængder, de skulle bruge. De havde ligeledes kontakt med stentransportøren omkring anvendelse af transportfartøjer med lavere klimaaftryk per transporteret ton. Det var ikke muligt på entreprisen af få garanti for anvendelse af disse og der var ikke et tilstrækkeligt antal fartøjer til rådighed.

Entreprenørerne har på forskellig vis påtaget sig opgaven med at tilknytte en bæredygtighedskordinator til anlægsarbejdet. Den ene entreprenør anvendte personer med bæredygtighedskompetencer fra eget personale, hvor den anden entreprenør entreerede med bæredygtighedsassistance fra en rådgivningsvirksomhed. Begge tilgange har resulteret i et gennemgående fokus på bæredygtighedstiltag og en tydelig organisering af bæredygtighedsarbejdet.

Udover indsatsen for at reducere klimaaftrykket fra anlægsarbejdet har begge entreprenører indført omfattende affaldssortering, forbedret energieffektiviteten i skurbyen og etableret varmepumper til opvarmning af skurby, arbejdet med genanvendelse af byggematerialer fra byggepladsen og ført logbog over

bæredygtighedstiltag samt reflekteret over hvor effektive og realiserbare disse tiltag har vist sig at være.

Det kan konkluderes, at det på flere områder er muligt at gennemføre tiltag til at forbedre bæredygtigheden og reducere klimaaftrykket for anlægsprojekter som Lynetteholm. Samtidig er der mange barrierer, og konkret er det i mange tilfælde endnu ikke er muligt at indkøbe materialer, maskiner eller brændsler med lavere klimaaftryk, eller kun i meget begrænset omfang.

At der på et stort anlægsprojekt som Lynetteholm sættes bæredygtighedskrav, øger efterspørgslen på mere klimavenlige produkter, EPD'er, elektrisk materiel, klimavenlige transportformer osv. og gennem øget efterspørgsel formodes at være med til at skubbe markedet, så der på sigt er flere klimavenlige muligheder på markedet. Det sender samtidig et stærkt signal til entreprenører og leverandører, at bæredygtighed er et område som de bør have fokus på, hvis de vil arbejde med store anlægsprojekter som Lynetteholm. Begge entreprenører tilkendegav, at de var positive overfor, at bygherrer stiller bæredygtighedskrav, så de har mulighed for at arbejde med at reducere deres klimaaftryk og udvikle nye metoder.

Dokumentationen af Lynetteholms klimaaftryk i fase 1 og erfaringerne med at indføre bæredygtighedskrav har medført, at der kunne indføres højere og mere konkrete krav til bæredygtighed i fase 2. Bæredygtighed blev således et konkurrenceparameter, der vægtede 15% i evalueringen af tilbud på udførelsen af E2-E4. De bydende skulle kvantificere deres bæredygtighedsindsats og levere klimaregnskaber for entrepriserne. De skulle vedlægge EPD'er, som dokumentation for lavere klimaaftryk for materialeproduktion og desuden beskrive, hvordan de ville nedbringe klimaaftrykket for de respektive entrepriser. Der er desuden indført en bod for at overskride det tilbudte klimaregnskab.

Bilag A Afrapportering på bæredygtighed fra PAA på Entreprise 1

På de følgende sider findes afrapporteringen fra PAA på

- > Grønt regnskab
- > Afrapportering på bæredygtighedstiltag
- > Afrapportering af CO₂-regnskab

Bilag B Afrapportering på bæredygtighed fra Munck på Entreprise 5

På de følgende sider findes afrapporteringen fra Munck på

- > Grønt regnskab
- > Logbog over bæredygtighedstiltag
- > Afrapportering af CO₂-regnskab

Bilag C Oversigt over bæredygtighedstiltag på Entreprise 1 og 5

Nedenstående tabel giver et overblik over bæredygtighedstiltag på E1 og E5. Den samlede liste over bæredygtighedstiltag findes i afrapporteringerne fra entreprenørerne i Bilag A og B. Nedenstående er en oversigt over fremhævede tiltag der enten har stor effekt eller gode tiltag der fremhæver områder entreprenørerne havde mulighed for at påvirke.

Ændringer i klimaaftryk, der er opstået pga. forskelle i mængderne mellem baseline og endelig beregning er i det store billede ikke en parameter, som entreprenøren kan påvirke eller ændre. Derfor fremhæver nedenstående oversigt også de områder hvor entreprenørerne har haft mulighed for at arbejde aktivt med reduktioner af klimaaftrykket, selv om reduktionen relativt til det samlede klimaaftryk er begrænset.

Tabel 9 Oversigt over bæredygtighedstiltag på Lynetteholm E1 og E5

Entreprise	Tiltag	Gevinst	Udfordringer
E1, E5	Brug af EcoSheetPile™ Plus i stedet for alm. spuns	Stor besparelse af CO ₂ ifm. produktion af spuns	
E5	Transport af spuns via tog kontra lastbiler	Besparelse af CO ₂ ifm. transport	
E1, E5	Indkøb af materialer med EPD	CO ₂ -besparelse fra produktion af materialer	For en del materialer findes der ikke EPD'er.
E1, E5	Fokus på byggeplads herunder energioptimering af skurmoduler ved udskiftning af vinduer, opstilling af varmepumpe og natsænkning	Reduktion i el-, varme- og vandforbrug på byggeplads	
E1, E5	Affaldssortering	Affald er blevet sorteret i 13 (E1) og 12 (E5) fraktioner	
E1, E5	Elbiler og ladestandere	Begrænset, men kulturforandrende	
E1	Indledende materialekortlægning identificerede sten fra byggepladsen der kunne genbruges	CO ₂ -besparelse	
E1	Indkøb af sprængsten med egenerklæring om lavere klimaaftryk i produktionen	Stor CO ₂ -besparelse på sprængsten	

E1	Reduktion af mængder af armering i en konstruktion	CO ₂ -besparelse	Generelt svært for entreprenør at få godkendelse af bygherre om ændringer i konstruktioner.
E1	Indkøb af ekstra aggressiv beton med 20% flyveaske	CO ₂ -besparelse	Svært at finde CO ₂ -reduceret beton i klassen ekstra aggressiv til brug i og ved havvand.
E1	En andel af dæksten anvendt til perimenter er indkøbt som et restprodukt dvs. "genbrugssten" fra et byudviklingsprojekt i Norge.	CO ₂ -besparelse	Det skal bemærkes at den primære udledning af CO ₂ fra anvendelse af stenmateriale stammer fra transport af disse.
E1	Hybrid betonpumpe, el-drevet pladevibrator og jordløp	Begrænset	Alle maskiner var for små til arbejdet, og derfor har det ikke fungeret optimalt. Derudover anvendes der en dieselgenerator til at genere strøm. det kræver meget logistik at trække strøm og opsætte lade-standere der hvor maskinen skal bruges. Det er ikke hensigtsmæssigt at skulle transportere maskinen hele vejen til skurbyen, hver gang den skal oplades, og med så få tilgængelige eldrevne maskiner, som på dette projekt, har det ikke givet mening at forlænge nettet fra skurbyen og ud på pladsen. Aarsleff har dog valgt at anvende de eldrevne maskiner alligevel for at øve sig.
E1	Hybrid sandsugning	CO ₂ -besparelse	Ikke muligt at opgøre effekten af brugen af hybrid-skibe, da shippingbranchen generelt ikke vil fremlægge realiseret brændstofforbrug.
E1	Hybridskib til stentransport	CO ₂ -besparelse	Ikke muligt at opgøre effekten af brugen af hybrid-skibe, da shippingbranchen generelt ikke vil fremlægge realiseret brændstofforbrug.
E1	Indkøb af genbrugstræ fra Stark "Gentræ" til opbygning af rækværk og arbejdsplatform.	Reducere indkøb af nytræ	Udfordringer med hvor rensat træet er, hvilket kræver manuel gennemgang af træet for at undgå arbejdsmiljømæssige risici.

			PAA har haft dialog med Stark om udfordringen.
E1	Udpegning af en affaldsambassadør på byggepladsen som varetager håndteringen af affald og instruerer og påtaler forhold i forbindelse med adfærd og sorteringseffektivitet.	Bedre affaldssortering	
E5	Udførelse af hydrauliske bundne bærelag (HBB) in situ muliggør brug af HBB med CO ₂ -reduceret cement	CO ₂ -besparelse	
E5	Sand leveret fra Juelsgrund i stedet for Kriegers Flak	Transportafstand reduceret med 50 km og herved CO ₂ reduceret	
E5	Bundsikringsmateriale hentet til vands i stedet for fra grusgrav	Reduktion i transportafstand og udledning fra transportmiddel.	Kræver at sandet er godkendt til brug som bundsikringsmateriale. Kræver kajareal og er logistisk mere krævende.
E5	Indbygning af knust beton fra Norrecco	Genbrugsmateriale Reduceret transportafstand	Svært at forudse udbud af genbrugsmaterialer
E5	Indbygning af knust beton fra Dansk Natursten (Prøvestenen)	Genbrugsmateriale Reduceret transportafstand	Svært at forudse udbud af genbrugsmaterialer
E5	Genbrug af dæksten fra byggeplads/område	Mængde	
E5	Slagger som vejkassemateriale og tilslag til BSM	Reduktion af CO ₂ fra materialet	Dette var et udbudskrav. Derfor fremgår reduktionen af CO ₂ ikke i CO ₂ -regnskabet, da tiltaget indgår både i baseline og endeligt regnskab. Flere sikkerhedsforanstaltninger. Der kan være affald, der skal sorteres fra. Materialet indeholder tungmetaller, så prøvetagning skal udføres med sandefterfyldningsmetoden, hvilket er mere langsomt og resultat kan ikke ses løbende.