

Til
Københavns Kommune

Dokumenttype
Rapport

Dato
Maj 2026

Renovering af Langebros broklapper, Projektering

Statusnotat for projekteringsfasen



Renovering af Langebros broklapper, Projektering

Statusnotat for projekteringsfasen

Projektnavn **Renovering af Langebros broklapper, projektering**
Projektnr. **1100062406**
Dokumenttype **Notat**
Version **2**
Dato **Maj 2026**
Udarbejdet af **BL**
Kontrolleret af **AJOE**
Godkendt af **BL**

Introduktion

Langebro, der forbinder H.C. Andersens Boulevard og Amager Boulevard hen over havneløbet i Københavns Kommune, har et betydeligt behov for renovering af broklapper og klapmaskineri. Klima-, Miljø- og Teknikforvaltningen planlægger derfor at gennemføre projektet "Langebro – renovering af broklapper" i 2028-2030.

Projektet omfatter nedenstående arbejder, der er uddybet og begrundet i efterfølgende afsnit.

2. Udskiftning af kontravægte og renovering af klapkonstruktioner

- a) Total udskiftning af de faste og de løse kontravægte
- b) Pletmaling af stålkonstruktioner hvor der er rustgennemslag eller anden svær nedslidning
- c) Udskiftning af kørebanelægning på den løse kontravægt, broklap og klappilledæk

3. Renovering/ombygning af bevægelige konstruktionsdele

- d) Ombygning af fugekonstruktioner i vejbanen og tilpasning til de nye løse kontravægte
- e) Renovering af topcharnierer
- f) Renovering af bundcharnierer
- g) Renovering af rullebaner og rullegænger
- h) Renovering af tandstænger

4. Udskiftning af maskineri med tilhørende installationer

Maskineri

- i) Etablering af nyt maskineri til baskulering
- j) Etablering af nyt maskineri til klapbevægelse

Installationer

- k) Indretning af nyt tavlerum i buefagene der grænser op til klapkældrene
- l) Etablering af komplet ny elforsynings-, styrings- og kommunikationsinstallation til betjening af broklapper, bomme, trafiksignaler mv.
- m) Fjernelse i maskinrum af kabler skjult i kabelkanaler og kabelgrave
- n) Nedtagning i brotårnet af eksisterende elinstallationer bortset fra almen belysning mv., som planlægges lovliggjort i en indledende entreprise
- o) Nedtagning i maskinrum og klapkældre af alle elinstallationer der ikke er originale fra 1954
- p) Placering af nye kabler i kabelgrave i maskinrum
- q) Placering af nye kabler i kabelkanaler i brotårnet og placering af mindre eludstyr i eksisterende skab i brotårnet
- r) Nedtagning af eksisterende pulte på kommandobroen til styring af det eksisterende maskineri
- s) Opsætning af ny pult på kommandobroen til styring af det nye maskineri
- t) Flytning af installationer i brotårnet

Hovedelforsyning

- u) Udskiftning af søkabler til klappillerne
- v) Etablering af backup-elforsyning i form af UPS-anlæg i rum i buefag Sjælland

5. Øvrige arbejder

- w) Renovering af gulv og vinduer og om nødvendigt kobberbeklædning i brotårnet efter vandskade
- x) Renovering af galger med bomme og andet udstyr til trafikregulering mv.
- y) Midlertidig nedtagning og genopsætning af lysmaster
- z) Udskiftning af stålvægge mellem maskinrum og klapkældre

- aa) Forsegling af asbestholdigt gulv i maskinrum
- bb) Arbejdsmiljø-/sikkerhedsmæssig opgradering af rækværker og trapper/lejdere

Indhold

1.	Indledning	4
2.	Udskiftning af kontravægte og renovering af klapkonstruktioner.	5
2.1	Beskrivelse af arbejderne	5
2.2	Begrundelse for planlagt løsning	7
3.	Renovering/ombygning af bevægelige konstruktionsdele	8
3.1	Beskrivelse af arbejderne	8
3.2	Begrundelse for planlagt løsning	10
4.	Udskiftning af maskineri med tilhørende installationer	11
4.1	Beskrivelse af arbejderne	11
4.2	Begrundelse for foreslået løsning	20
5.	Øvrige arbejder	21
5.1	Beskrivelse af arbejderne	21
5.2	Begrundelser for planlagt løsning	23
6.	Etapeopdeling af arbejderne og håndtering af trafikken under renoveringsarbejderne	23

Appendix 1

Beskrivelse af broklappernes virkemåde med terminologi

Appendix 2

Trafikplaner

1. Indledning

Langebros i indre København forbinder H.C. Andersens Boulevard og Amager Boulevard hen over havneløbet.

Over vandet består broen af et fast buefag af beton i hver side og et centralt gennemsejlingsfag med to stål-broklapper, der i lukket tilstand hviler mod hinanden og danner en bue.

På begge sider af havnen spænder betonfag på søjler hen over kajgaderne langs havneløbet, og broen afsluttes af omfattende rampekonstruktioner i beton. Betonkonstruktionerne er forsynet med en skalmur i brune, hårdtbrændte mursten.

Alt i alt er broen med ramper ca. 450 m lang, og med en bredde på 32 m er det samlede areal ca. 14.000 m². Hen over broen er der kørebane med i alt seks spor samt cykelsti og fortov i begge sider. Den gennemsnitlige trafik blev i 2025 målt til 54.000 bilister, 26.000 cyklister og 3.200 fodgængere på et hverdagsdøgn.

De seneste tre år har broen i gennemsnit været åbnet ca. 220 gange om året. Heraf har ca. halvdelen været serviceåbninger i forbindelse med broens drift.

Hele broen er fredet fra ydersiden af murvæggen til ramperummet på Sjælland-siden til ydersiden af murvæggen til Amager-ramperummet. Det vil sige alt undtagen rampekonstruktionerne. Der er indsendt ansøgning til Slots- og kulturstyrelsen, SLKS, om tilladelse til udførelse af de påtænkte arbejder.

Undersøgelser gennemført over de seneste år har gjort det klart at kontravægtene i Langebros klapkonstruktioner har et betydeligt renoveringsbehov. Der er en reel risiko for at der uvarslet kan opstå skader der i værste fald kan blive meget dyre at udbedre, og som vil kunne umuliggøre klappernes åbning og lukning i længere tid.

I det følgende beskrives de arbejder der planlægges udført i 2028-30, som har som målsætning at foretage en gennemgribende og tiltrængt renovering af især kontravægte og væsentlige dele af det tilhørende maskineri, at minimere risikoen for uplanlagte driftsstop og så vidt muligt sikre at der ikke opstår væsentlige renoveringsbehov på broklapper og maskineri de nærmeste 20-30 år eller mere. Ved valg af løsninger er der lagt vægt på at sikre langtidsholdbarhed og vedligeholdelsesvenlighed.

Arbejderne omfatter i hovedtræk:

- Udskiftning af kontravægte og renovering af klapkonstruktionen
- Renovering/ombygning af bevægelige konstruktionsdele
- Udskiftning af maskineri med tilhørende installationer
- Diverse øvrige arbejder

De arbejder der skal udføres, er generelt ens på Amager- og Sjællandssiden.

For installationernes vedkommende er der dog en forskel, idet al elforsyning sker via klappillen på Sjællandssiden, og alt styrings- og betjeningsudstyr er samlet i samme klappille og i brotårnet.

Generelt vil de planlagte ændringer, med nogle meget få og små undtagelser, ikke være synlige for offentligheden, hverken på eller under broen. I maskinrum, klapkælder og brotårnet vil der være synlige ændringer, som beskrives i de følgende afsnit.

For det maskineri der bevæger broklapperne, er der tale om et teknologiskifte, idet de eksisterende store motorer og hjælpeudstyr der i dag er centralt placerede i maskinrum, og som ved et system af aksler og gear overfører kræfter til klapperne, erstattes af lokalt placerede mindre elektromotorer og gear, der styres elektronisk.

De ingeniørmæssige principper for broklappernes virkemåde, som er karakteristiske for Langebro, bevares helt uændrede ved fornyelsen.

Broklappernes virkemåde og terminologi er beskrevet i appendix 1.

Illustrationer i dette dokument består i stor udstrækning af udsnit fra fotos, laserskanningsbilleder og 3D-modeller af konstruktionerne. Der er benyttet farvelægning for at tydeliggøre og skelne mellem konstruktionernes forskellige elementer. De faktiske konstruktioner vil blive malet i ensartet farve svarende til de eksisterende konstruktioner.

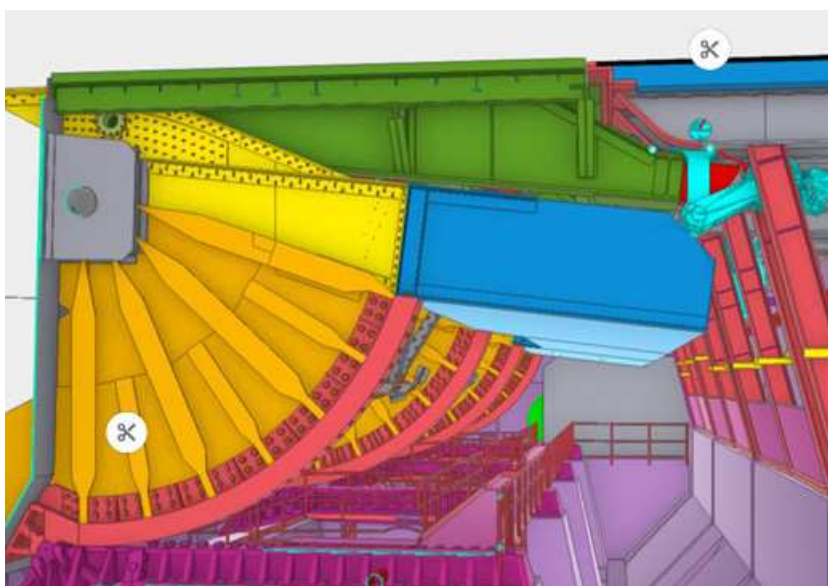
2. Udskiftning af kontravægte og renovering af klapkonstruktioner.

2.1 Beskrivelse af arbejderne

a) Total udskiftning af de faste og de løse kontravægte

De nye kontravægte udføres primært som stålkonstruktioner, suppleret med betonkontravægt i mindre omfang.

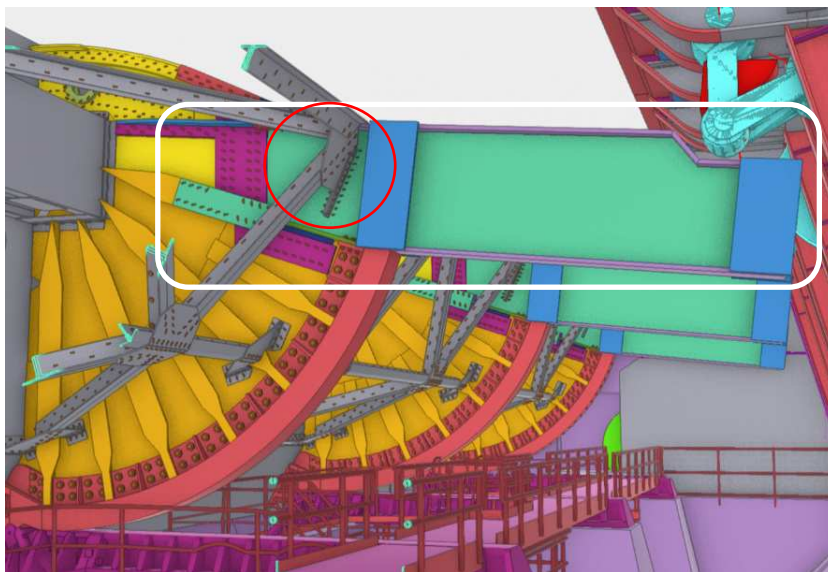
Figur 1 nedenfor viser opbygningen af de eksisterende faste kontravægte (blå) og løse kontravægte (grøn). Begge dele er konstrueret som stålkasser med indre afstivningsskotter og udstøbt med beton.



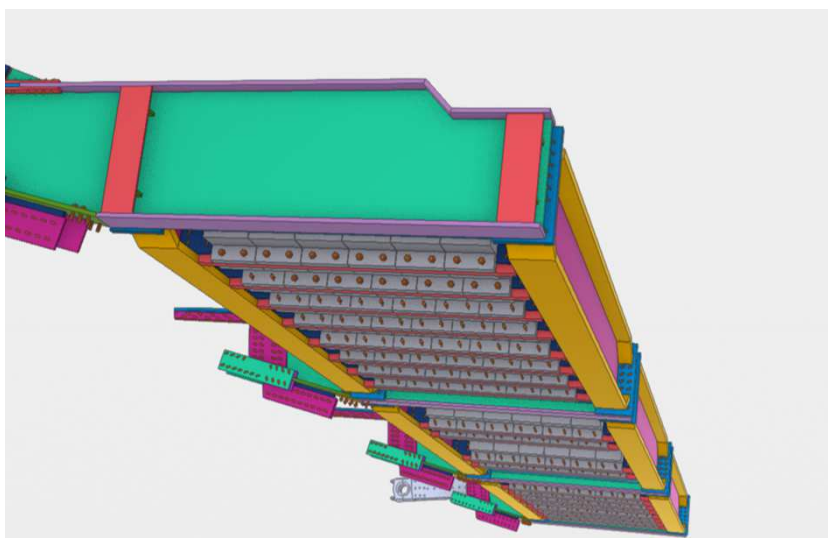
Figur 1: Den eksisterende faste kontravægt vist med blå farve og den løse kontravægt med grøn. Udsnit af 3D-model.

Figur 2 og Figur 3 nedenfor viser skitse-mæssigt den planlagte opbygning af den nye faste kontravægt. Den ligger inden for de geometriske afgrænsninger svarende til den eksisterende kontravægt, men i en mere åben konstruktion der giver bedre adgangsmuligheder for inspektion og vedligehold.

Det hovedbærende element er klaphalen (vist med grøn farve i Figur 2 og Figur 3), en kraftig stålbjælke der sammenbygges med den tilbageværende klapkonstruktion over rullegængen. Samlinger der griber ind i de bevarede konstruktioner, er markeret på Figur 2 nedenfor.



Figur 2: Hovedelementer i den nye faste kontravægt i grøn farve og indrammet i hvid streg. Indre ballastblokke ikke vist. Laskeplader med boltsamlinger der forbinder nye og eksisterende dele, er vist med violet. Det eksisterende rumgitter (gråt) skal lokalt ombygges og tilpasses de nye ståldele hvor det samles med den nye klaphale (markeret med rød cirkel). Detaljen er endnu ikke detailprojekteret.



Figur 3: Underside af den nye faste kontravægt. Kontravægtens indre består af rækker af ballastblokke der kan afmonteres enkeltvis for vedligehold eller for afbalancering af klapperne. De endelige design er endnu ikke fastlagt.

Den nye løse kontravægt vil tilsvarende ligge inden for de geometriske rammer defineret af den eksisterende løse kontravægt. Det største ballastelement er planlagt at indeholde 60-70% stålballast omstøbt med beton.

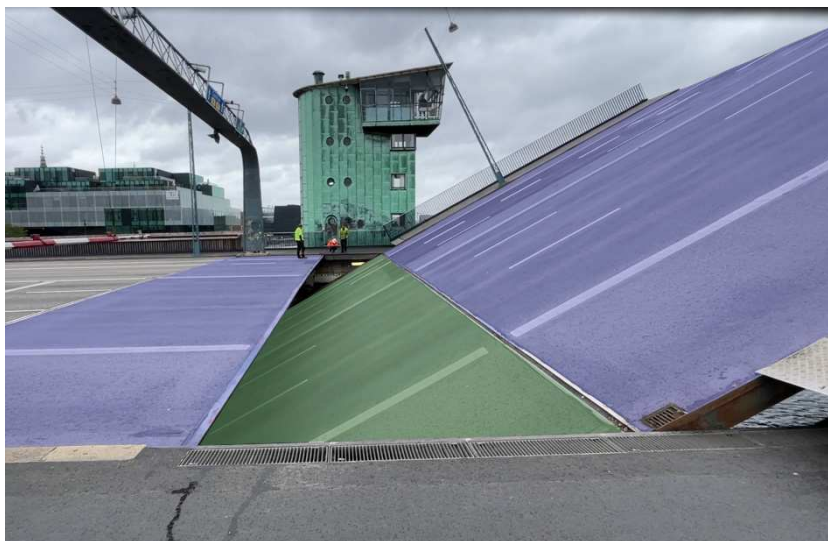
b) Pletmaling af stålkonstruktioner hvor der er rustgennemslag eller anden svær nedslidning

Ved pletreparationer af maling på stålkonstruktioner benyttes samme farve som den nuværende.

c) Udskiftning af kørebanelægning på den løse kontravægt, broklap og klappilledæk

Der lægges fugtisolering og kørebanelægning på de nyfremstillede løse kontravægte, ligesom der er på de eksisterende.

Belægningen på klapperne og de eksisterende løse kontravægte består udelukkende af støbeasfalt, og der er påsvejst stålprofiler ("asfaltholdere", også kaldet "angstjern") på staldækket for at sikre at belægningen ikke glider af når klappen er åben i varmt vejr.



Figur 4: Oversiden af den løse kontravægt markeret med grønt, øvrige broklap og klappilledæk markeret med blå.

På de nye kontravægte udelades asfaltholderne, og i stedet bruges en anden asfaltopbygning - baseret på støbeasfalt - der har tilstrækkelig vedhæftning uden asfaltholdere og samtidig giver en bedre jævnhed og dermed kørselskomfort.

På broklappen og klappilledækket (markeret med blå på Figur 4) udskiftes til den samme nye opbygning.

2.2 Begrundelse for planlagt løsning

Den meget omfattende og stadig igangværende nedbrydning af både stål og beton i kontravægtene nødvendiggør en større renovering. Da den faktiske nedbrydningsgrad af indre stålskotter i kontravægtene, og dermed den bæreevnmæssige sikkerhed, ikke kan fastslås uden at nedbryde kontravægtene, foretages en total udskiftning.

Valget af stål som det dominerende materiale for de nye kontravægte er begrundet i at man derved undgår en gentagelse af den aktuelle tilstand, hvor ballastbetonen er svært nedbrudt, men hvor det ikke umiddelbart er muligt at fastslå hvor alvorligt problemet er, ligesom en evt. reparation vil være overordentligt vanskelig at gennemføre. Samtidig, da stål er tungere end beton, bliver volumen af de nye kontravægte væsentligt mindre end de eksisterende. Der er dermed mulighed for at give dem en mere åben opbygning så det er nemmere at efterse og

komme til vedligeholdskrævende dele og dermed forebygge fremtidige holdbarhedsproblemer. Der vil dog også i det nye design være en række konstruktionsdele som er vanskeligt tilgængelige for vedligehold. For disse fokuseres på materialevalg og overfladebeskyttelse der giver så lille vedligeholdsbehov som muligt.

Eksisterende støbeasfaltbelægning har en meget ringe holdbarhed og har en ujævn overflade. Asfaltholdere bærer en væsentlig del af skylden for dette da de besværliggør en ordentlig udlægning af asfalt. Den foreslåede løsning er ved sammenlignelige projekter fundet at være meget anvendelig til formålet.

Tolerancer i forbindelse ved produktion og montage af de nye løse kontravægte kan medføre behov for tilpasninger i belægningen langs grænsen til klappilledæk og broklap. Dette udføres med fordel sammen med udskiftning af belægningen på disse konstruktioner.

3. Renovering/ombygning af bevægelige konstruktionsdele

3.1 Beskrivelse af arbejderne

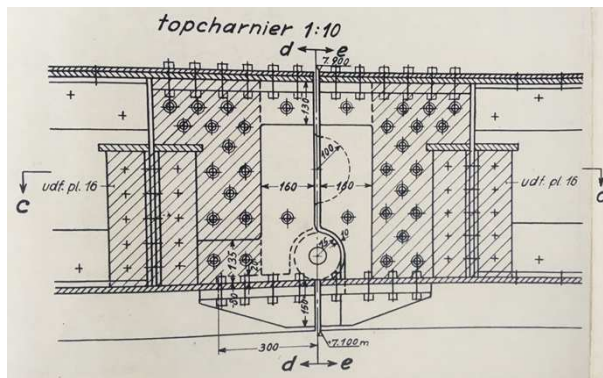
d) Ombygning af fugekonstruktioner i vejbanen og tilpasning til de nye løse kontravægte.

Der vil skulle ske ombygning af fugekonstruktionen mellem den nye løse kontravægt og broklappen, som kan ses på Figur 4 ovenfor. Tilsvarende må forventes behov for tilpasning af konstruktionsdele der omgiver den nye løse kontravægt. I de tilfælde hvor der udskiftes ståld dele, udføres de nye dele i rustfrit stål, der males i samme farve som omgivende eksisterende konstruktioner. Fugeprofiler og andre stålkanter der belastes af trafik, males dog ikke, da malingen hurtigt vil blive slidt af.

Tilpasningerne vil ikke resultere i synlige ændringer i forhold til eksisterende forhold. Der er tale om meget lokale tilpasninger primært på grund af udførelsestolerancer på de nye løse kontravægte.

e) Renovering af topcharnierer

Topcharniererne er de konstruktioner som styrer de to klappspidser mod hinanden og sikrer en stabil kontakt når broen er lukket. De er angrebet af rust og slid. Renoveringen skal genskabe det oprindelige spillerum mellem konstruktionsdele så det sikres at kraftoverførsel ved lukket bro altid sker 100% i lejedelene og ikke ved utilsigtet berøring mellem øvrige konstruktionsdele – også efter et forventeligt slid på lejedelene. Dette indebærer en bearbejdning af lejedele og evt. udskiftning af mindre ståld dele, alt for at retablere den oprindelige udformning. Nye ståld dele planlægges udført i rustfrit stål. Desuden monteres en tætning der skal forhindre vand i at løbe gennem den åbne fuge og ned over topcharnieret. Dette vil ikke resultere i synlige ændringer i forhold til eksisterende forhold. Topcharnierernes opbygning er vist i Figur 5.



Figur 5: Topcharnier, fra oprindelige konstruktionstegninger.

f) Renovering af bundcharnierer

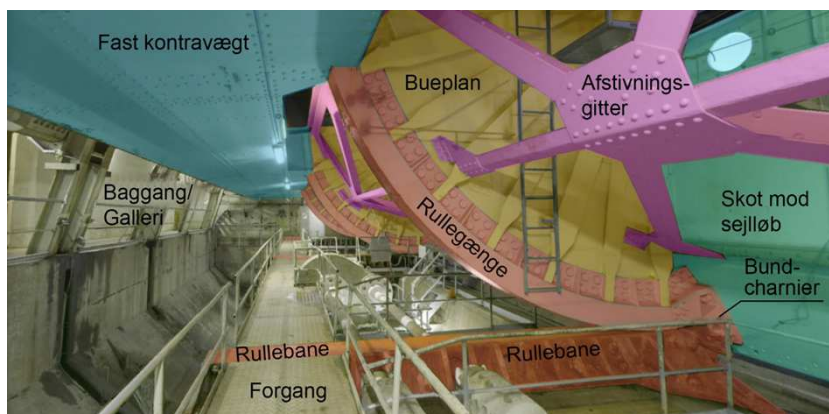
Bundcharnierer er de konstruktioner der overfører belastninger fra broklapperne til klappillerne. Se Figur 6. Underparten (hanparten) af bundcharniererne udskiftes. Boltsamlinger og mellemlægsplader i stål adskilles og erstattes med nye dele for at lette justering og vedligehold af charniererne. Disse arbejder er ikke en ændring, men en retablering af de oprindelige forhold.



Figur 6: Bundcharnier, indrammet i hvid streg.

g) Renovering af rullebaner og rullegænger

Rullebaner og rullegænger er vist på Figur 7. De fremstår med en del rustangreb og slid. De afrenses og males generelt. Desuden forventes det at der foretages en højdejustering af en eller flere rullebaner. Det forventes gjort ved først at affræse nogle få cm, pålægge tynde mellemlægsplader for at tilrette højdeprofilet og slutte af med en tykkere plade i konstant tykkelse, som lastfordelende element. Erfaringsmæssigt vil en tyndere øverste plade blive udvalgt pga. det store koncentrerede tryk fra rullegængen. Omfang og detaljeret metode er endnu ikke fastlagt.



Figur 7: Rullegænger og rullebaner er markeret med rødt på denne illustration fra klappælderen.

h) Renovering af tandstænger

Tandstængerne, der trækker broklapperne op, renoveres. Tandstangen består af støbejernssektioner der er monteret i en øvre stålkonstruktion. Denne stålkonstruktion og "modrullerne", der sørger for at tandstangen ikke løfter sig fra tandhjulet, renoveres eller udskiftes.



Figur 8: Tandstang (fremhævet med blå) set nedefra.

3.2 Begrundelse for planlagt løsning

De bevægelige konstruktionsdele bærer præg af 70 års brug og udsættelse for vejret. For at sikre en fortsat lang levetid uden unødige driftsproblemer skal de renoveres.

Udjævning af forskelle i rullebanernes geometri ved pålægning af stålplader foretages for at reducere en skæv fordeling af belastningen på de fire bueplaner og dermed undgå overbelastning af kritiske elementer.

4. Udskiftning af maskineri med tilhørende installationer

Der gennemføres en komplet fornyelse af de elektriske og mekaniske komponenter der bevæger broklapper og baskuleringsruller, og de installationer der bruges til trafikregulering, styring og kommunikation.

Det vil i stor udstrækning være muligt at bevare det eksisterende originale maskineri fra broens indvielse i 1954. Det vil blive gjort efter følgende generelle principper:

- Originale komponenter der ikke er aktive i den fremtidige installation, og som ikke er i vejen for udførelse af de ansøgte arbejder eller for broens drift, vil blive bevaret
- Inaktive komponenter der er i vejen for udførelse af de ansøgte arbejder og/eller for broens drift, vil blive fjernet

4.1 Beskrivelse af arbejderne

Udskiftning af maskineri

i) Der etableres komplet nyt maskineri til baskulering.

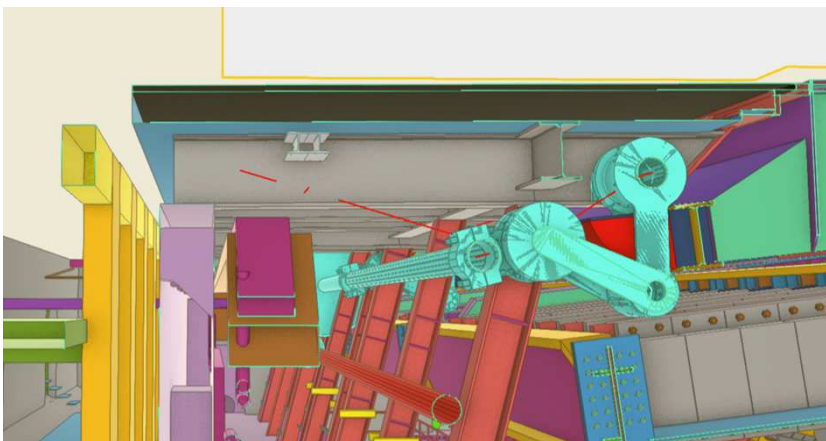
Baskulering er forberedelsen til klapåbning ved at den løse kontravægt ved hjælp af baskuleringsrullerne lægges ned på den faste kontravægt. Herved ændres balancen i det samlede system af broklap og kontravægte så klappen ruller ned på rullebanerne og kan åbnes. Se i øvrigt appendix 1 for en beskrivelse af broklappernes virkemåde.

Det eksisterende system baseret på centralt placerede elmotorer, der gennem et system af aksler og tandhjul bevæger baskuleringsrullerne, erstattes af et nyt system baseret på elektromekaniske aktuatorer placeret ved hver af de i alt otte baskuleringsruller. Rullernes funktion bevares.

Ombygningen medfører ingen synlige ændringer i maskinrum.



Figur 9: Baggang Sjælland med baskuleringsmaskineri som det er i dag.



Figur 10: Konstruktionsmodel af eksisterende baskuleringsarrangement.



Figur 11: De med violet markerede dele skal fjernes for at give plads til den kommende aktuator.



Figur 12: Samme sted som Figur 9. Nye aktuatorer til baskulering er vist med blå, med en hvid gaffel, der griber fat i baskuleringsrullen. De med grønt markerede dele nedtages. Den faste kontravægt, som vil blive udskiftet i forbindelse med renoveringen, jf. pkt. a) er vist som den er, og ikke som den bliver.



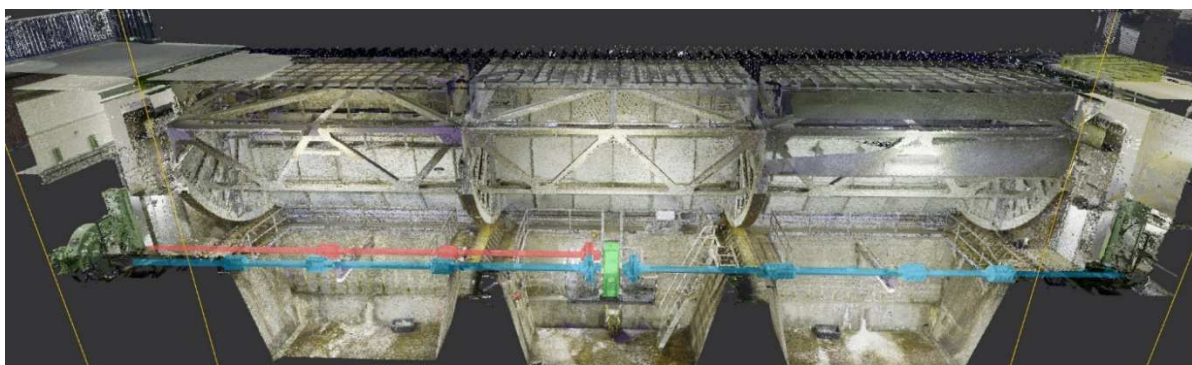
Figur 13: Eksisterende baskuleringshorn (grønt) og baskuleringsarme og -rulle (lilla). Rullen og den lodrette arm der bærer den, bevares. Den skrå arm til venstre, som forbinder rullen med den arm der er monteret på baskuleringsakslen (med violet på Figur 11), fjernes og erstattes af "gaflen" på den nye aktuator.

j) Der etableres komplet nyt maskineri til klapbevægelse.

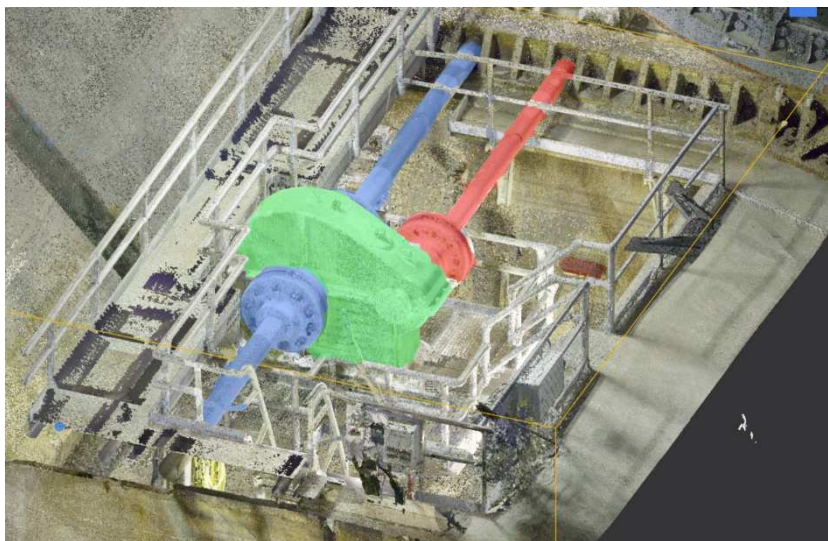
De eksisterende tandstænger og de geargallerier der findes i maskinrummene ud for hver af de fire tandstangsdrev, bevares og indgår fortsat i maskineriet. Det eksisterende drivsystem baseret på elmotorer placeret i maskinrum nord, der gennem et system af aksler og gear leverer løftekraft, bliver inaktive og erstattes af et nyt system efter følgende princip:

En større elektromotor med integreret gear placeres i stedet for det eksisterende fordelergear centralt i hver klapkælder, hvorfra løftekraften fordeles ud til de to geargallerier i hhv. nordlige og sydlige maskinrum på samme måde som den eksisterende virkemåde, så én motor trækker to tandstænger. Den platform der bærer det eksisterende fordelergear, udvides til at udfylde hele rummet mellem de to nærmeste rullebaner, hvilket giver et stort og sikkert arbejdsrum uden om maskineriet.

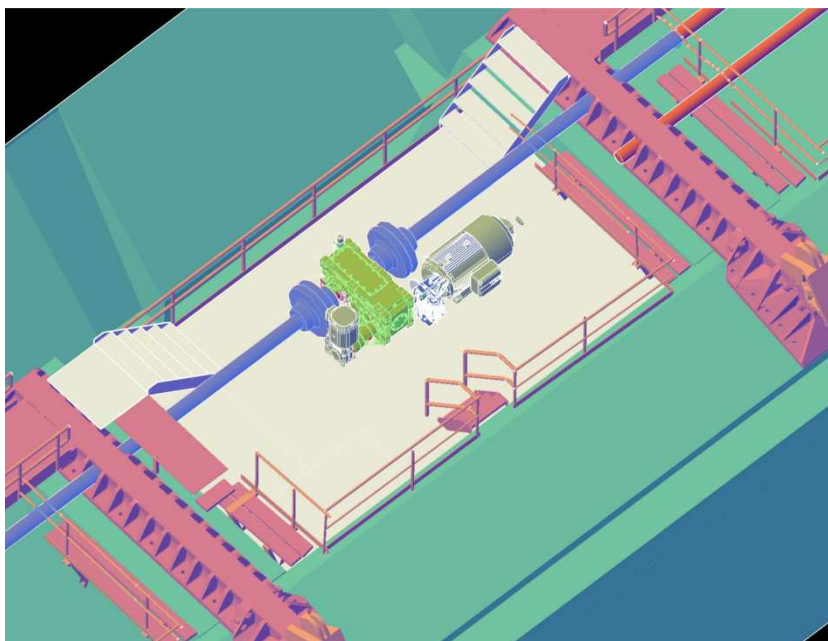
Indgangsakslen mellem det nordlige maskinrum og gearkassen (markeret med rød på Figur 14) bliver inaktiv og skæres over umiddelbart efter rullebanen, som illustreret på Figur 16.



Figur 14: Eksisterende aksler og fordelergear til klapbevægelse (udklip i 3D-skanning). Kræfter overføres på nuværende tidspunkt fra maskinrum nord til venstre i billedet via den røde indgangsaksel til den grønne gearkasse, der fordele kræfterne gennem de blå aksler til de to geargallerier i maskinrum nord og syd.



Figur 15: Eksisterende gearkasse og aksler set skråt oppefra.



Figur 16: Ny elmotor og gearkasse monteret i stedet for eksisterende gearkasse. Indgangsakslen (rød) overskåret. De eksisterende aksler der fordeler kraften fra motoren til de to tandstangstræk (blå) bevares med uændret funktion. Arbejdsplatform udvidet til at nå mellem de to rullebaner, hvilket giver et stort og sikkert arbejdsrum uden om maskineriet. Model set fra omtrent samme vinkel som Figur 15.

Arbejderne medfører ingen synlige ændringer i maskinrummene.



Figur 17: Overblikbillede over maskinrum Sjælland nord set fra øst. Alt maskineri og installationer der ses på billedet, bliver inaktivt, men bevares da det ikke er i vejen.



Figur 18: Overblikbillede over maskinrum Sjælland nord set fra sydvest. Alt maskineri og installationer der ses på billedet, bliver inaktivt, men bevares da det ikke er i vejen. I gulvet langs væggen til venstre ses låg over en kabelkanal. De kabler der ses ført ned i kanalen, overskæres under låget, og alle kabler i kanalen fjernes for at skabe plads til de nye installationer og sikre mod fejlagtig kobling af spænding til efterladt udstyr.

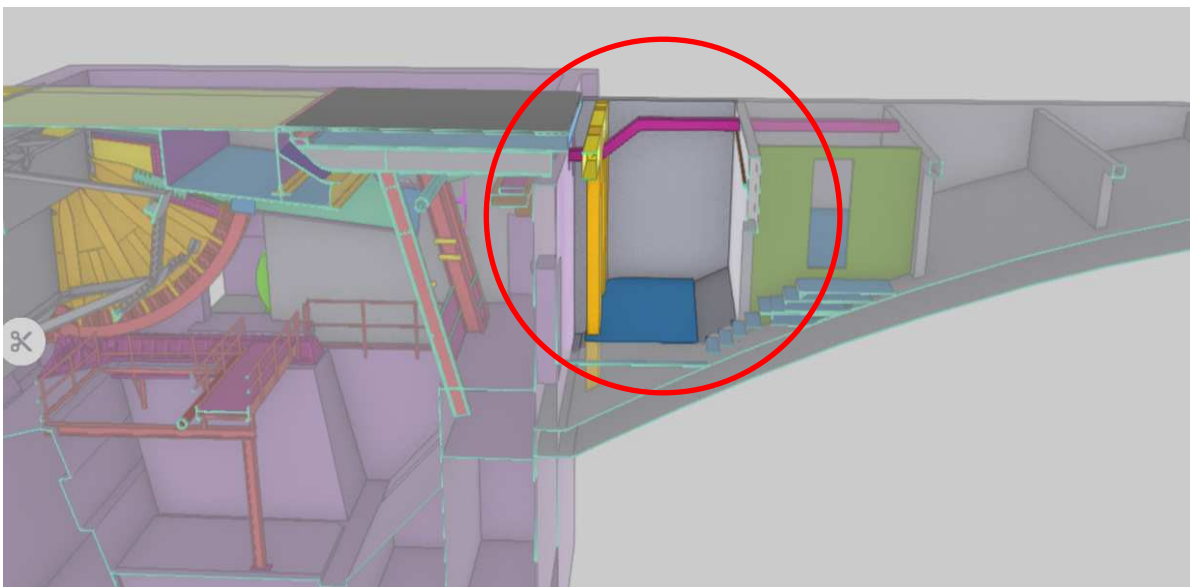


Figur 19: Overbliksbillede over maskinrum Sjælland nord set fra vest. Alt maskineri og installationer der ses på billedet, bliver inaktivt, men bevares da det ikke er i vejen. Også her ses kabelkanal, der under låget ryddes for gamle kabler og giver plads til de nye.

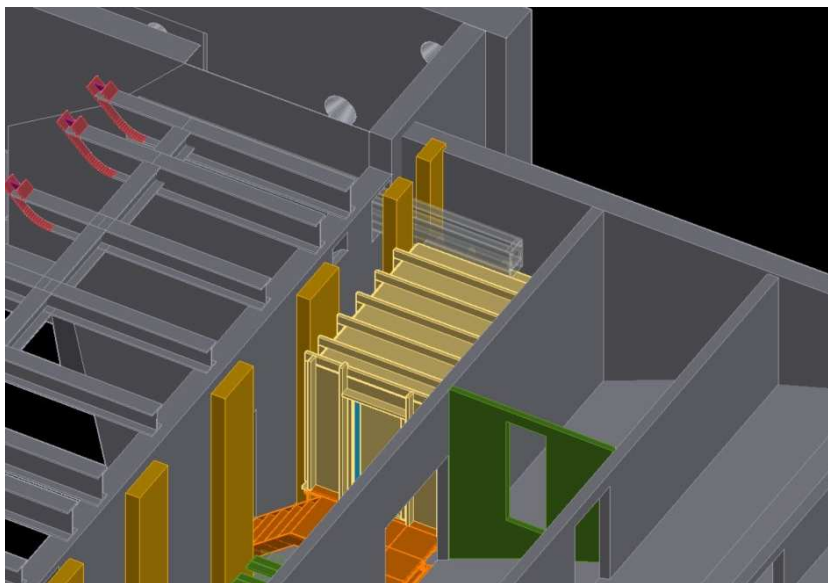
Installationer

k) Indretning af nyt tavlerum i buefagene der grænser op til klapkældrene

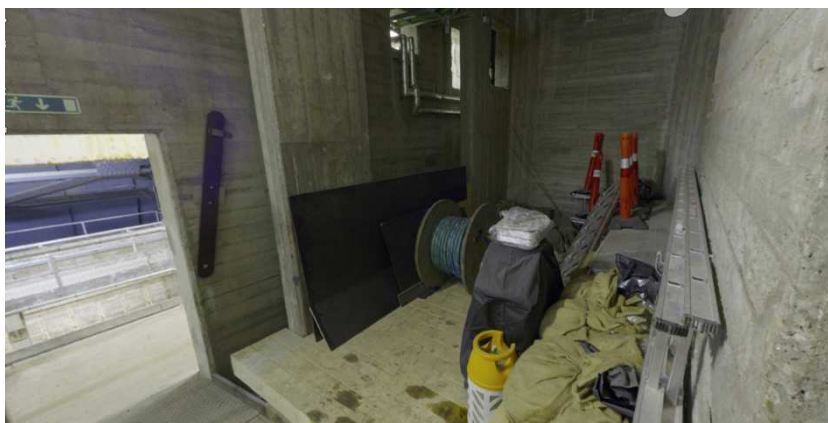
Rummet etableres i buefaget der støder op til klapkælderen, i begge klappiller. Kabler til og fra dette rum føres primært på buefagets side af væggen mellem buefag og klapkælder. Eksisterende kabelbakke på klapkældersiden af samme væg fjernes. Den indeholder generelt kabler der er kommet til i perioden efter broens indvielse. Rummet lukkes af og forsynes med varmeisolering og klimaanlæg, der styrer temperatur og luftfugtighed og dermed giver optimale betingelser for en lang levetid og vedligeholdelsesvenlighed for de elektriske komponenter.



Figur 20: Placering af planlagt tavlerum i buefag på sjællandssiden. Tilsvarende indrettes på amagersiden.



Figur 21: 3D-model af nyt tavlerum.



Figur 22: Foto fra det sted hvor der planlægges nyt tavlerum.

- l) Etablerring af komplet ny elforsynings-, styrings- og kommunikationsinstallation til betjening af broklapper, bomme, trafiksignaler mv.**
- m) Fjernelse i maskinrum af kabler skjult i kabelkanaler og kabelgrave**
Kabelgravenes placering og udseende (med låg) kan ses i Figur 18 og Figur 19 ovenfor under pkt. j).
- n) Nedtagning i brotårnet af eksisterende elinstallationer bortset fra almen belysning mv, som planlægges lovliggjort i en indledende entreprise.**
Almene installationer, som ikke har forbindelse til broens betjening, planlægges lovliggjort i en indledende entreprise.
- o) Nedtagning i maskinrum og klapkældre af elinstallationer der ikke er originale fra 1954.**
Originale elinstallationer fra broens opførelse bevares hvor de er synlige.



Figur 23: Kabelbakker/stiger - her i klapkælder Sjælland. Eksempel på elinstallationer der er kommet til i tiden efter broens indvielse, og som fjernes.

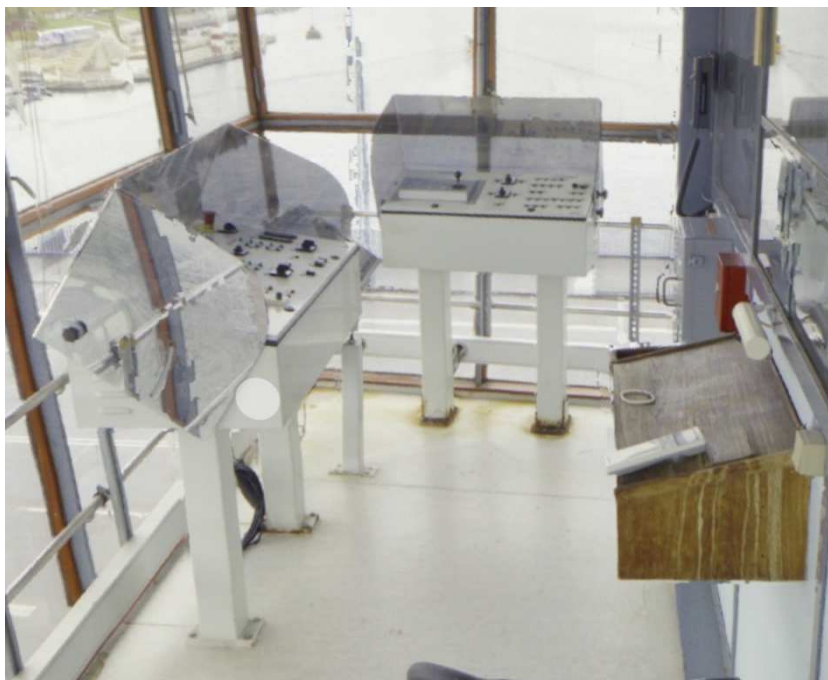
p) Placering af nye kabler i kabelgrave i maskinrum

Kabelgravene udnyttes til at føre nye kabler gennem maskinrummene uden de er synlige, bortset fra hvor de føres ned i og op fra kabelgravene. Se Figur 18 og Figur 19 ovenfor under pkt. j)

q) Placering af nye kabler i kabelkanaler i brotårnet og placering af mindre eludstyr i eksisterende skab i brotårnet

r) Nedtagning af eksisterende pulte på kommandobroen til styring af det eksisterende maskineri

Pultene er ikke de oprindelige fra broens indvielse, men bygget i forbindelse med senere ombygninger af styringssystemet.



Figur 24: Eksisterende pulte på brotårnets øverste etage, "Kommandobroen", til betjening af eksisterende maskineri. De hvide pulte nedtages og erstattes af ny pult til betjening af det nye maskineri (jf. pkt. s) nedenfor).

s) Opsætning af nye pulte på kommandobroen til styring af det nye maskineri

De nye pulte monteres samme sted som de eksisterende pulte (se Figur 24 ovenfor), da det er på dette sted brovagten har bedst overblik over både skibs- og vejtrafik. Betjeningen vil være helt eller delvis baseret på berøringsfølsomme skærme.

Den nye pult forventes fastgjort til stålprofilerne der er det bærende element i vinduespartiet.

t) Flytning af installationer i brotårnet

Eksisterende installationsskab til Lille Langebros styring i brotårnets øverste etage ("kommandobroen") flyttes til nyt tavlerum i buefag Sjælland, jf. pkt. k).

Eksisterende installationsskab to etager længere nede fjernes/nedlægges. Installationerne erstattes af nye installationer i samme nye tavlerum.

Diverse mindre installationer som sidder på væggen i øverste etage, flyttes til eksisterende mahogniskab på etagen nedenunder. Skabets ydre berøres ikke af denne anvendelse.



Figur 25 Eksisterende installationsskab til Lille Langebros styring. Flyttes ned i nyt tavlerum i buefag Sjælland.



Figur 26: Eksisterende installationsskab i "PLC-rummet" to etager under kommandobroen. Fjernes da dette ikke skal bruges længere. Eksisterende kabelkanaler i mahogni vil blive brugt til føring af nye kabler.



Figur 27: Mindre el-komponenter der flyttes til skab på etagen nedenunder.



Figur 28: De mindre komponenter flyttes til dette skab på etagen under kommandobroen.

Hovedelforsyning

u) Udskiftning af søkabler mellem klappillerne

v) Etablering af backup-elforsyning i form af UPS-anlæg i rum i buefag Sjælland

Anlægget projekteres med batteribackup, der som minimum skal kunne levere strøm til nedlukning af klapperne i tilfælde af strømsvigt fra begge uafhængige forsyningskilder. Systemet forberedes for at kunne suppleres med en dieselgenerator, der vil kunne holde batteriet ladet op til længere tids drift. Backupsystemet placeres i buefag der støder op til klappælder Sjælland.

4.2 Begrundelse for foreslået løsning

Den væsentligste begrundelse for at udskifte maskineriet er at hovedparten af komponenterne er de oprindelige fra broens indvielse i 1954, hvorfor man generelt ikke kan regne med at kunne købe nye reservedele hvis noget bryder ned, ligesom adgangen til teknikere der har erfaring med den generation af teknik, er meget begrænset.

5. Øvrige arbejder

5.1 Beskrivelse af arbejderne

w) Renovering af gulv og vinduer og om nødvendigt kobberbeklædning i brotårnet efter vandskade

Der er for nylig konstateret rustangreb i de stålplader der udgør gulvet i brotårnets balkon (hvorfra klapåbninger styres). Der skal derfor udføres reparationsarbejder på gulvkonstruktionen, ligesom det skal afklares hvor det vand der har forårsaget rustangrebene, kommer fra, og dette skal afhjælpes. Driften har observeret at vandet kommer ind ad utætte vinduer, men det skal undersøges nærmere hvor omfattende og hvor utæthederne er, herunder om det kun er gennem de oplukkelige vinduer. Ved stikprøvevis målinger er det fundet at tabet af godstykkelse i stålpladerne er meget begrænset, så der er ikke en akut sikkerhedsrisiko.

Det forventes ikke at disse arbejder vil resultere i synlige ændringer.

Der står en betjeningspult i brotårnets nordside, der bruges til manøvrering af Lille Langebro (oplukkelig stibro beliggende nord for Langebro). Det bliver nødvendigt midlertidigt at flytte pulten af hensyn til ovennævnte renovering af gulvet, hvorefter den sættes tilbage samme sted.



Figur 29: Rusten stålplade under gulv på kommandobroens balkon - efter optagning af gulvbelægning.

x) Renovering af galger med bomme og andet udstyr til trafikregulering mv.

Galgerne (portaler der spænder på tværs over hele broen lige uden for klapfagene, og som bærer bomme og lyssignaler) afmonteres under renoveringsarbejdernes udførelse, da de vil være meget i vejen for kranarbejde mv.

Der foretages en generel renovering af galger og bomsystemer, herunder evt. nødvendig ombygning/udskiftning af bommotorer mv. for at kunne fungere sammen med de nye styringsinstallationer. Dette vil ikke medføre synlige ændringer, bortset fra at galger og bomme vil fremstå nymalede efter renoveringen.



Figur 30: Galger for bomme mv. og de nærmeste lysmaster nedtages midlertidigt.

y) Midlertidig nedtagning og genopsætning af lysmaster

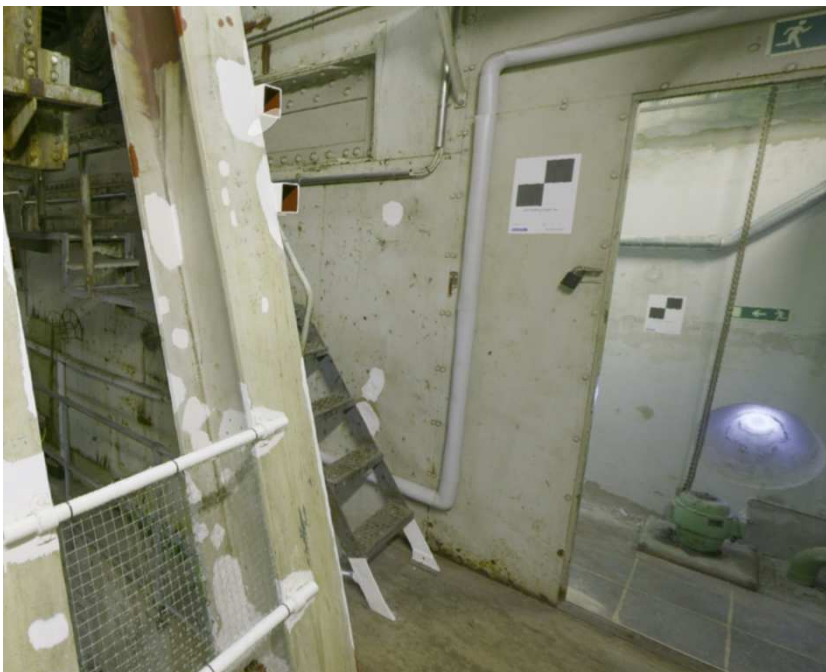
De fire lysmaster på broklapperne og de fire lysmaster der står i nabofagene tættest på klappfaget, nedtages midlertidigt under renoveringsarbejderne, da de vil være i vejen for kranarbejdet. Det samme gælder den belysning der er ophængt i disse master. Det hele genopsættes ved arbejdernes afslutning. Se Figur 30 ovenfor.

z) Udskiftning af stålvægge mellem maskinrum og klapkældre

Lette skillevægge i stålplader med isolering mellem maskinrum og klapkældre udviser svære rustskader og sidder stedvist løst.

Væggene udskiftes 1:1.

Stålgangbroer og trapper der er fastgjort til stålvæggene, renoveres/udskiftes efter behov.



Figur 31: Stålvæggen ses til venstre for og over døren, og bag ståltrappen til venstre.

aa) Forsegling af asbestholdigt gulv i maskinrum

Der udføres en forsegling af gulvbelægningen i maskinrum, idet der er konstateret asbest i den.

bb) Arbejdsmiljø-/sikkerhedsmæssig opgradering af rækværker og trapper/lejdere

Der er nogle forhold vedrørende rækværker og trapper/stiger omkring maskineriet som ikke lever op til nugældende arbejdsmiljøregler og maskinforordningen, primært på grund af at pladsforholdene omkring rullegænger og kontravægte ikke levner plads til at leve op til kravene. Det er endnu ikke afgjort præcis hvilke ombygninger der skal gennemføres.

5.2 Begrundelser for planlagt løsning

Utætte vinduer og rustskader i kommandobroens balkoner skal udbedres for at standse nedbrydningen så den ikke udvikler sig til et sikkerhedsproblem og for at sikre at installationer beskyttes mod vand med deraf følgende risiko for driftsproblemer.

Galgerne er i vejen for kranarbejde under udførelse af renoveringen, så det er påkrævet at tage dem ned. De trænger til en generel renovering, og det er oplagt at gøre det mens de alligevel er nedtaget i længere tid.

Lysmasterne nærmest arbejdsområdet skal nedtages under udførelse af renoveringen da de er i vejen for kranarbejde. Lysmasterne er renoveret for få år siden og trænger ikke til reparation.

Lysmasterne på broklapperne er konstateret at opsamle vand, der løber ud under klapåbning. Årsagen hertil skal findes og udbedres mens masterne er afmonteret.

Stålvægge der sidder løst, er ikke et sikkert underlag for påmonteret udstyr, og de udgør ikke en sikker adskillelse mellem de klimastyrede maskinrum og de uopvarmede klapkældre.

Gulvbelægningen i maskinrum forventes ikke fremover at blive belastet af arbejdsoperationer der risikerer at skade gulvet og dermed løsrive asbest. Derfor kan det overvejes at forsegle overfladen i stedet for at opbryde belægningen.

6. Etapeopdeling af arbejderne og håndtering af trafikken under renoveringsarbejderne

Helt overordnet er udskiftning af kontravægte den hovedaktivitet der er mest langvarig og mest indgribende i forhold til trafikken over og under broen, hvorfor den er styrende for den overordnede arbejds- og trafikplan.

Da den løse kontravægt udgør kørebane for vejtrafikken, og da den faste kontravægt kun kan udskiftes når den løse kontravægt er fjernet, kan udskiftningsarbejderne ikke udføres mens der kører trafik over arbejdsområdet. Da broen på grund af sin centrale placering på det københavnske vejnet bærer en meget stor trafikmængde, skal arbejderne gennemføres med så få gener for trafikanterne som muligt.

Det har ledt til en overordnet arbejdsplan baseret på at der i hovedtræk arbejdes på ca. en tredjedel af kørebansens bredde ad gangen. Det kan gøres så der i hele arbejdsperioden – med nogle begrænsede undtagelser – kan overføres vejtrafik i to spor i begge retninger (mod tre spor i hver retning i dag), ligesom broen holdes åben for fodgængere og for cyklister i begge retninger.

Denne opdeling svarende til en tredeling af kørebanen muliggøres af kontravægtene og broklapperne konstruktion og giver en fornuftig økonomi og trafikafvikling. Der er reelt ikke andre opdelinger der vil være praktisk gennemførlige uden meget store konsekvenser for økonomi og trafikantgener.

I forbindelse med etablering og omlægning af trafikken og i forbindelse med særlige arbejdsoperationer vil der være behov for at spærre broen helt for overført trafik. I de fleste tilfælde kan det begrænses til om natten, men der forudses at blive behov for totalspærringer af flere dages udstrækning.

Bortset fra under nogle indledende og afsluttende arbejder vil broen i hele arbejdsperioden ikke kunne åbnes for gennemsejling, hvilket betyder at skibe med en højde på mere end 7 meter over vandet ikke vil kunne passere i en periode på ca. to år. Mindre skibe, der ikke kræver åbning af klapperne, vil generelt kunne passere i hele arbejdsperioden, både i hovedsejlløbet og sideløbene. Der vil være nogle korte perioder hvor der vil være spærret for gennemsejling, dog typisk kun i det ene af de tre sejlløb, fx i tilfælde af at der skal foretages kranløft til eller fra en pram, eller der bruges pram med lift eller stillads ved arbejder på topcharnierer. Der forventes ikke at blive behov for at spærre alle sejlløb samtidig.

Det kan også forekomme at der i korte perioder arbejdes fra pram fortøjet i den ene side af hovedsejlløbet, men hvor indsnævringen af sejlløbet vil være begrænset og normalt ikke forhindre normal passage.

Skemaet på næste side viser etapeplanen, der for hver etape viser omtrentlig tidsperiode, aktiviteter og trafiksituationen.

Det skal bemærkes at ikke mindst de afsluttende faser 5 og 6, der indeholder afbalancering og indjustering af en lang række komponenter, er forbundet med store usikkerheder, tidsmæssigt og økonomisk. Mange elementer og mekaniske komponenter spiller sammen i et komplekst system, der skal passe på millimeter for at klapfunktionen kan køre og have en lang levetid. Det kan ikke på forhånd planlægges hvilke steder der skal justeres hvor meget, da der ikke er muligt at kende alle unøjagtigheder. Derfor er der tale om en iterativ proces, hvor der justeres på mange parametre indtil det samlede system kører tilfredsstillende.

Derfor er både antal og varigheder af påvirkninger på trafikken og økonomien i disse faser behæftet med stor usikkerhed.

Natsspærring defineres som total spærring for trafik over broen fra kl. 20 til kl. 05

Weekendspærring defineres som total spærring for trafik over broen fra fredag kl. 20 til mandag kl. 05.

Trafikplaner for de beskrevne restriktioner på broen er vedlagt som appendix 2.

Opsummering af estimerede antal spærringer af trafik.

Tidsrum		Aktivitet	Estimeret spærringsbehov	Sammenhæng med udførelsestidsplan		
				A	B	C
Arbejder uden for hovedentreprisen: Renovering af brotårn, miljøsanering, nedtagning af permanent vejbelysning samt etablering af søkabel.						
Marts 2028	1	Nedtagning af vejbelysning ophængt i wirer	2 natspærringer af vej	2	Ca. 35	0
Etape 0 (Februar 2028 – Maj 2028): Etablering af byggeplads, etablering af byggepladsstrøm, opsætning af stillads under kontravægte samt opsætning af tårnkraner.						
Februar 2028	2	Indsejling af stillads fra pram ved indløft med bro åben.	2-3 natspærringer	3	0	0
April 2028	3	Opsætning af tårnkraner	5 natspærringer	5	0	0
Maj 2028	4	Nedtagning af lysmaster og galger	5 natspærringer	5	0	0
Etape 1-4 (Maj 2028 – Februar 2030): Varierende afspærringer af vej, med to vognbaner i hver retning samt fortov-cykelsti i hver retning åben. Nedbrydning og renovering af eksisterende konstruktioner, montering af nye konstruktioner, etablering og demontering af midlertidigt kørebanedæk samt brobelægningsarbejder inkl. fugtisolering.						
Maj 2028, juli 2028, marts 2029, oktober 2029, februar 2030	5	Etablering, omlægning og nedtagning af trafikspærringer	9 natspærringer	9	0	0
Juli 2029	6	Ekstraordinære løft med mobilkran	2 natspærringer	2	0	0
Etape 5 (Februar 2030 – April 2030): Montering af ny samlet transmission/maskineri, test og indkøring af ny transmission/maskineri, test og indkøring af nyt baskuleringssystem samt endelig afbalancering og geometrisk indjustering af kontravægte/broklapper.						
Februar 2030	7	Genopsætning af lysmaster og galger	5 natspærringer	5	I alt 5 for aktivitet 7, 8 og 9.	0
Februar 2030	8	Genopsætning af vejbelysning ophængt i wirer	2 natspærringer	2		0
Februar 2030	9	Nedtagning af tårnkraner	5 natspærringer	5		0
Februar 2030 – April 2030	10	Afbalancering af broen, indkøring af maskineri, justering af horn, rugbrød m.m.	10-32 natspærringer 0-3 weekendspærringer	32 3	0 3	0 0
Februar 2030 – April 2030	10a	Alternativ til ca. 10-25 natspærringer	0-2 længerevarende spærringer (f.eks. 3-7 dage)	0	Op til 6	0
Etape 6 (April 2030 – September 2030): Renovering af bundcharnierer, topcharnierer, rullebaner og rullegænger samt samlet indkøring af broklapper herefter.						
Maj 2030	11	Udsejling af overskydende blokke, søjler, donkrafte, vejeceller m.m. ved udløft med bro åben.	5 natspærringer	5	Ca. 29	0
Maj 2030 – Juli 2030	12	Mobilbearbejdning af rullebaner	12-24 natspærringer (alt efter om der arbejdes på Sjælland og Amager samtidig)	24	0	0
August 2030	13	Renovering af bundcharniere	10 natspærringer	10	0	0
August 2030 – September 2030	14	Renovering af topcharniere	2 weekendspærringer	2	0	0
September 2030	15	Samlet indkøring og justering af bund- og topcharniere, rullebaner og horn	2-10 natspærringer 0-2 weekendspærringer	10 2	0 0	0 0

A: Antal spærringer oplyst i udførelsestidsplanen.

B: Antal yderligere afspærringer, udførelsestidsplanen kan rumme uden reelt at skulle ændre i udførelsestidsplanen.

C: Antal spærringer, som rækker ud over summen af A+B for at nå op på max-vurderingen.

Appendix 1

Beskrivelse af broklappernes virkemåde med terminologi

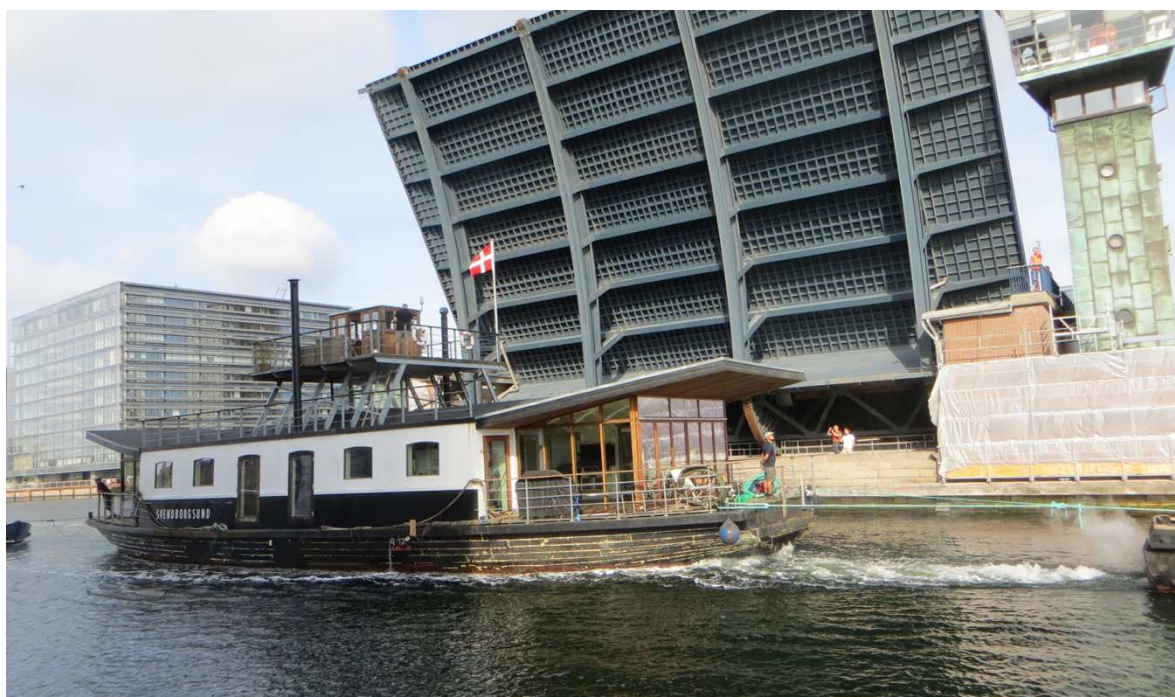
Til
Københavns Kommune

Dokumenttype
Notat

Dato
Maj 2026

Renovering af Langebros broklapper, forundersøgelser

Beskrivelse af broklappernes virkemåde
med terminologi



Renovering af Langebros broklapper, forundersøgelser

Beskrivelse af broklappernes virkemåde med terminologi

Projektnavn **Renovering af Langebros broklapper, forundersøgelser**
Projektnr. **1100062406**
Modtager **Københavns Kommune**
Dokumenttype **Notat**
Udgave **3**
Dato **Januar 2026**
Udarbejdet af **BL**
Kontrolleret af **AJOE**
Godkendt af **BL**

Forord

Formålet med dette dokument er at give en generel indføring i hvordan Langebros broklapper fungerer, og hvilken terminologi der knytter sig til broklapperne.

Indhold

1.	Indledning	1
2.	Generel beskrivelse af Langebros bloklapper	1
3.	Illustrationer	6
3.1	Generel funktion og terminologi	6
3.2	Løftemaskineri	9
3.3	Baskulering	13
3.4	3D-Model af kontravægte og rullegænger	14
4.	Stikordsregister/terminologi	16

1. Indledning

Dette dokument giver en generel indføring i Langebros broklappers virkemåde og en introduktion til den terminologi der knytter sig til dem. Der forudsættes et generelt kendskab til brokonstruktioner og tilhørende terminologi.

Dokumentet skal give læseren en generel forståelse for hvordan klapperne fungerer i åben og lukket tilstand, og hvordan bevægelserne sker.

Det skal understreges at beskrivelsen vedrører den nuværende teknologi, og ikke de planlagte ombygninger i forbindelse med det renoveringsprojekt.

Den terminologi der beskrives heri, er den der bruges i forbindelse med den igangværende projektering af renoveringsarbejder på broklapperne og maskineri. I ældre arkivmateriale kan findes afvigelser herfra.

2. Generel beskrivelse af Langebros bloklapper

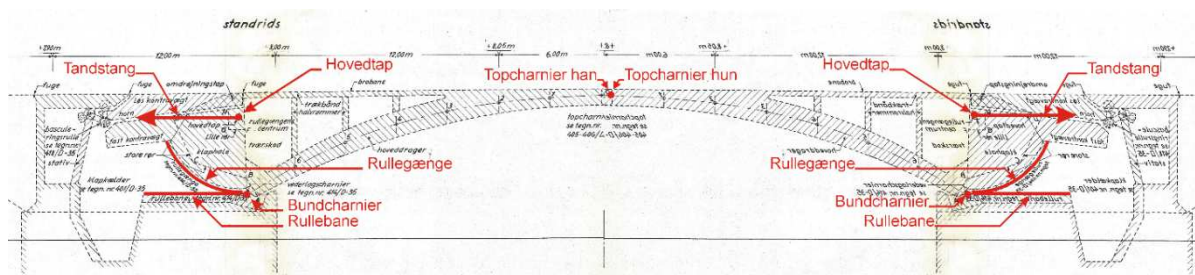
Broen regnes som gående øst-vest, og kompasretninger i øvrigt tager dette udgangspunkt.

Når der refereres til den vestlige og østlige halvdel af broen (som for klapperne vedkommende er symmetriske), bruges oftest betegnelserne sjællandssiden hhv. amagersiden. Tilsvarende betegnes de to klapper som sjællandsklappen og amagerklappen.

Langebros klapparti er udført som en såkaldt Scherzer-bro (opkaldt efter ingeniøren der opfandt princippet), hvor den enkelte broklap under oplukning ikke drejer om en aksel, men ruller tilbage ad 4 vandrette rullebaner. Klapperne har hver 4 buehoveddragere udført i stål, som når broen er i lukket position, danner en tre-charniers bue mellem broens topcharnierer og broens bundcharnierer. Se Figur 1.

De to broklapper er helt symmetriske, bortset fra detaljen omkring topcharnieret, hvor den konvekse hanpart sidder på sjællandsklappen mens den konkave hunpart sidder på amagerklappen.

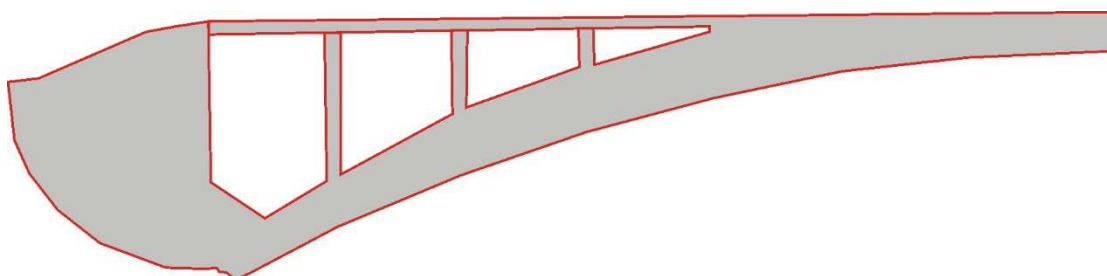
Figur 1 nedenfor viser begge klapper i lukket tilstand. I efterfølgende figurer vises kun sjællandsklappen, idet amagerklappen under normal drift altid vil stå symmetrisk i forhold til.



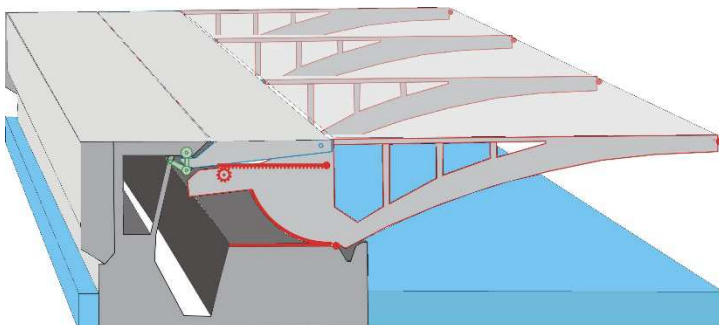
Figur 1: Begge broklapper i lukket tilstand, baseret på oprindelig konstruktionstegning.

De fire hoveddragere i stål består hver af en hovedbue (nederst), en overflange, der samtidig bærer dækket, lodrette gitterstænger, og en kvartcirkelformet stålskive, hvorpå rullegængen er monteret.

Dette samlede element betegnes et bueplan. Klaphalen er en pladedrager der er en forlængelse bagud (dvs. væk fra sejlløbet) af bueplanet. Klaphalen bærer den faste kontravægt.

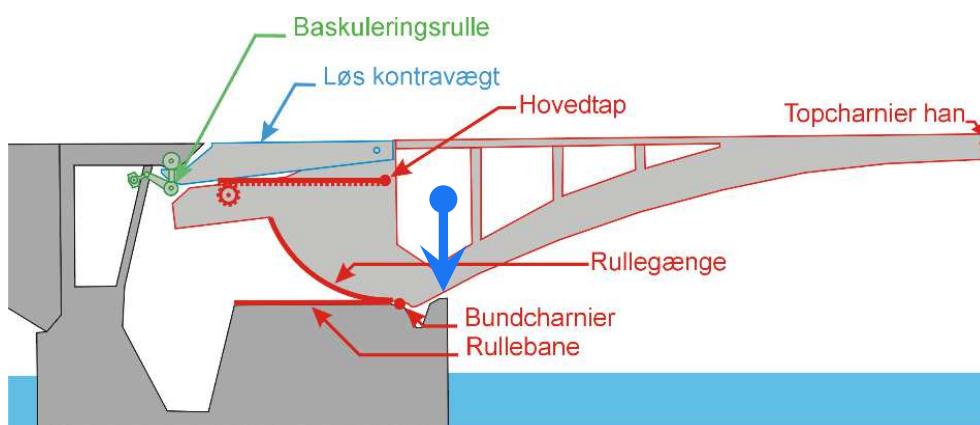


Figur 2: Et bueplan består af en kvartcirkelformet plade, hvorpå rullegængen er boltet fast, i klapkælderens og en bue/gitterkonstruktion over gennemsejlingsfaget. Den faste kontravægt, brodæk, den løse kontravægt, rullegænge og den ene halvpart af bund- og topcharnier er alle fastgjort til bueplanet.

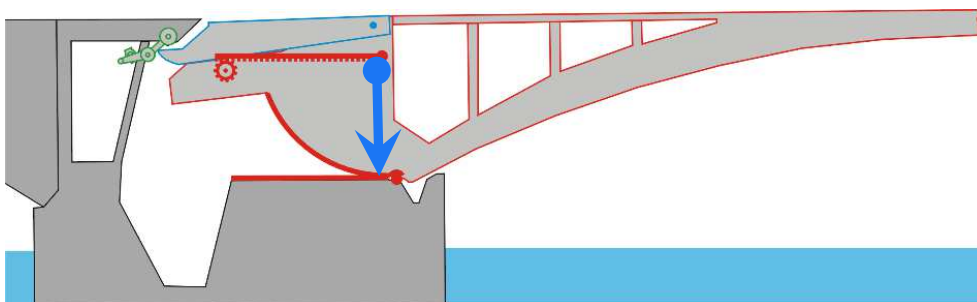


Figur 3: Illustration af de fire parallelle bueplaner. Bueplanerne nummeres nr. 1-4 regnet fra nord. Alle fire er ens, bortset fra at der kun er tandstangstræk på de yderste to dragere. Ved klapåbning overføres de drejende kræfter fra de yderste til de mellemste dragere gennem et afstivningsgitter, der forbinder rullegænger og dragerne indbyrdes.

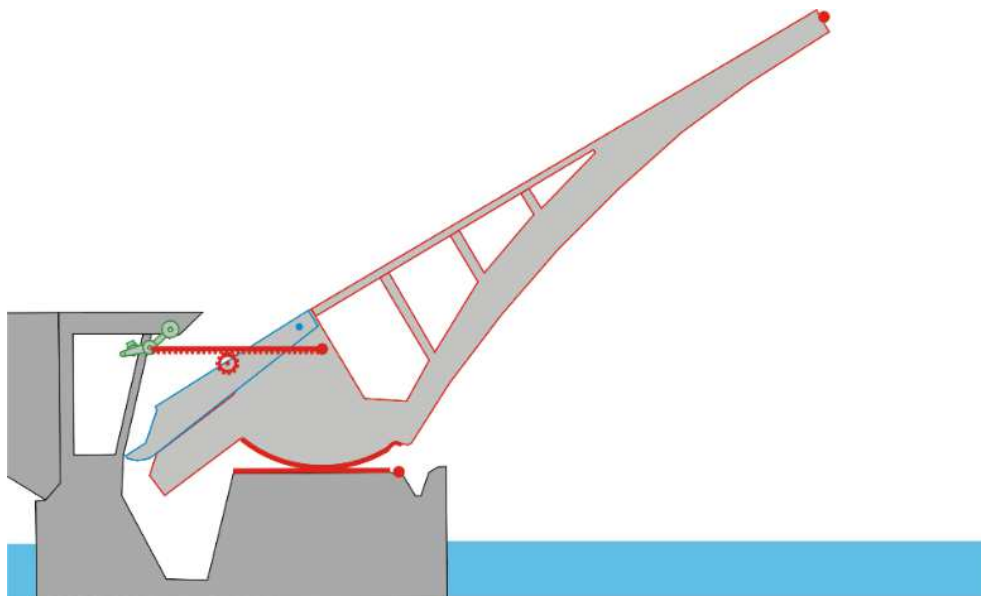
Figur 4 til Figur 7 og tilhørende figurtekster beskriver principperne, når broen åbnes.



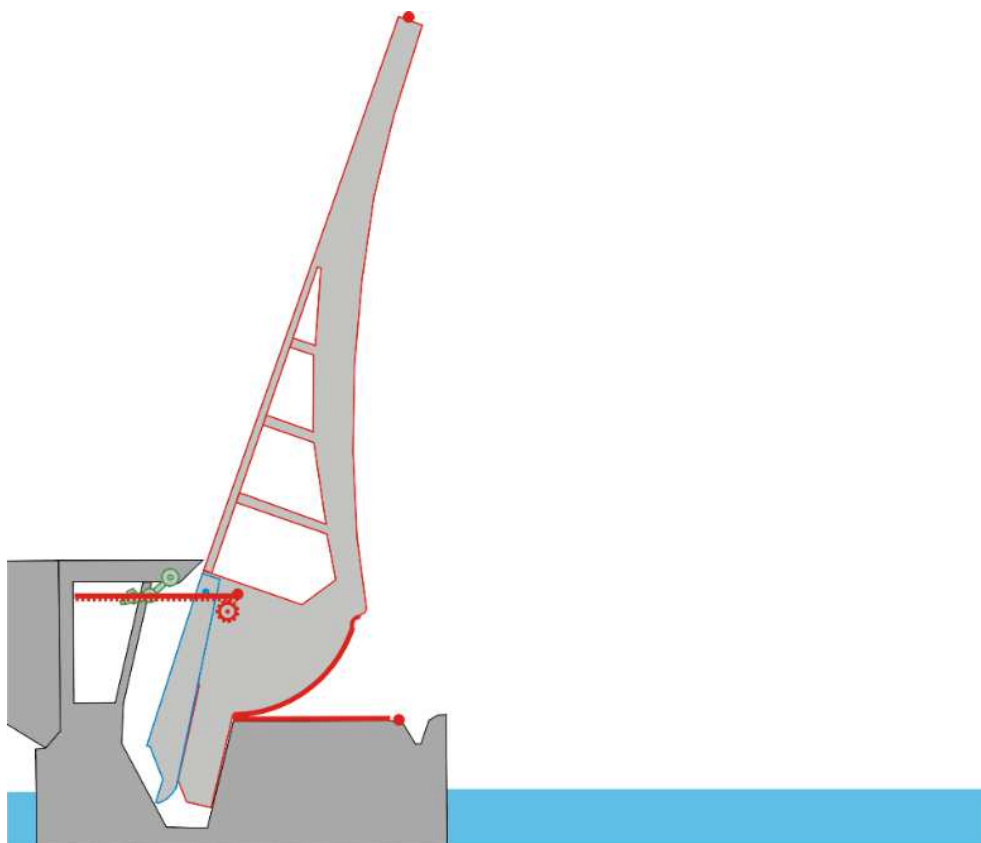
Figur 4: Sjællandsklappen i lukket tilstand. Baskuleringsrullen er skubbet ind under baskuleringshornet på den løse kontravægt og har dermed løftet denne fri af den faste kontravægt. Dette kaldes baskulering. Herved er klappen næsetung. Den blå pil markerer at det samlede tyngdepunkt for broklappen (ekskl. den del af den løse kontravægt der bæres af baskuleringsrullerne) ligger ca. 1½ meter til højre for bundcharnieret. Broklappen står på bundcharnieret og læner sig op ad den modstående klap gennem topcharnieret. Tilsammen danner de en 3-charniers bue.



Figur 5: Baskuleret tilstand: Baskuleringsrullen (grøn) er trukket bagud og har dermed lagt den løse kontravægt (300 t) af på den faste kontravægt. Den blå pil markerer at tyngdepunktet inkl. den løse kontravægts bidrag nu er tæt på rullegængens centrum, ca. 45 cm til venstre for bundcharnieret. Klappen ruller herved fra bundcharnieret ned på rullebanen, hvor den nu er i balance og ved hjælp af tandstængerne (på ydersiden af hver af de yderste bueplaner) med en begrænset kraft kan ruller "bagover". Den største del af de kræfter der skal bruges til at bevæge klappen, er ikke for at overvinde tyngdekraften (da klappen er i balance), men for at accelerere klapkonstruktionen og overvinde vindpåvirkning på den åbne klap.



Figur 6: Delvis åben: Drivhjulet drejer og trækker i tandstangen, der ruller klappkonstruktionen bagover.

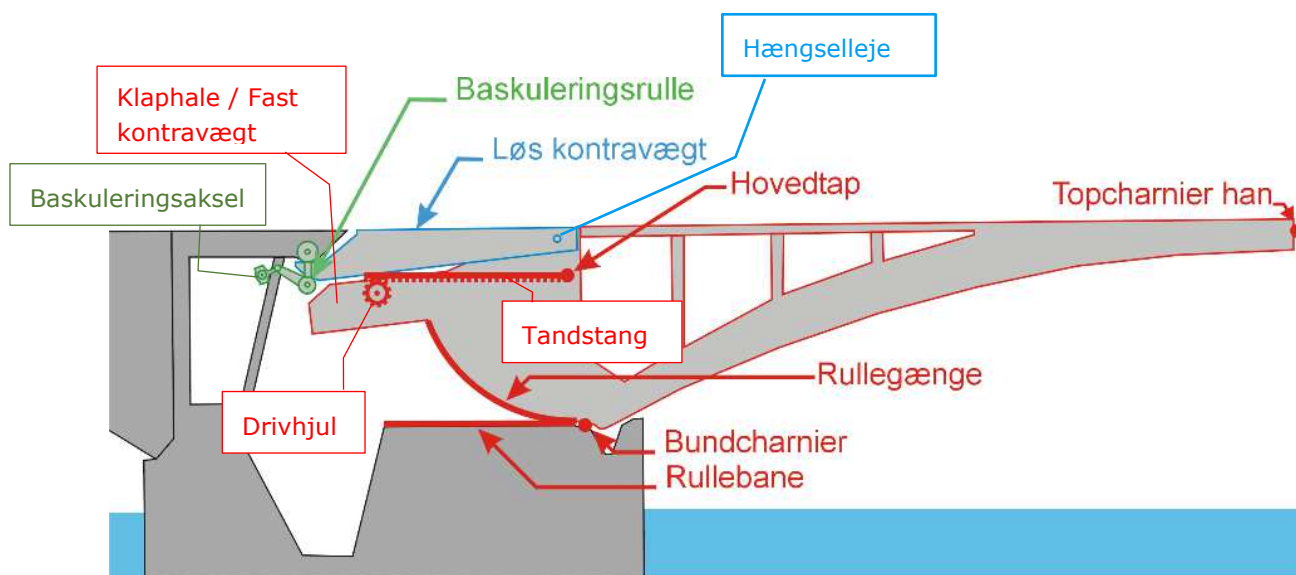


Figur 7: Helt åben: Klappen er nu trukket helt bagud og er fri af sejlløbet. I denne stilling er den drejet ca. 60° fra lukket position.

Når broen skal lukke igen, ruller de to broklapper tilbage mod hinanden indtil de i næsten lukket tilstand når enden af rullebanen (svarende til Figur 5). Baskuleringsrullen skubbes igen ind under baskuleringshornet på den løse kontravægt og løfter denne fri af den faste kontravægt. Dette kaldes debaskulering. Herved bliver klappen næsetung, den ruller op på bundcharnieret, og ved

topcharnieret sørger klappspidshorn og klappspidsruller for at han- og hunpart styres præcist mod hinanden.

Figur 8 nedenfor viser sjællandsklappen i lukket tilstand. Bemærk især den løse kontravægt, der er hængslet til den faste kontravægt. Den faste kontravægt bæres af klaphalen, der er en forlængelse bagud af klapkonstruktionen. Den løse og den faste kontravægt afbalancerer tilsammen hele klapkonstruktionen så den med begrænset kraft kan rulles væk fra sejlløbet. Når broen er lukket, løftes den tunge ende af den løse kontravægt fri af den faste kontravægt (debaskulering). Det sker ved at en elmotor drejer baskuleringsakslen, hvorved baskuleringsrullen skubbes ind under 'hornet' på den løse kontravægt og løfter den. Dvs. den ene ende af den løse kontravægt bæres af baskuleringsrullen, der hænger i den faste brokonstruktion, og den anden ende bæres af hængsellejet, der ligger næsten præcis over bundcharnieret. Resultatet er at den løse kontravægt og trafiklasten på den ikke påfører klappen noget drejende moment om bundcharnieret. Det betyder igen at klappen er næsetung og læner sig op ad den modstående klap med en betydelig kraft. Hermed er konstruktionen stabil og kan optage de relevante kombinationer af permanent og bevægelig last.



Figur 8: Skematisk illustration af de vigtigste komponenter på den ene broklap.

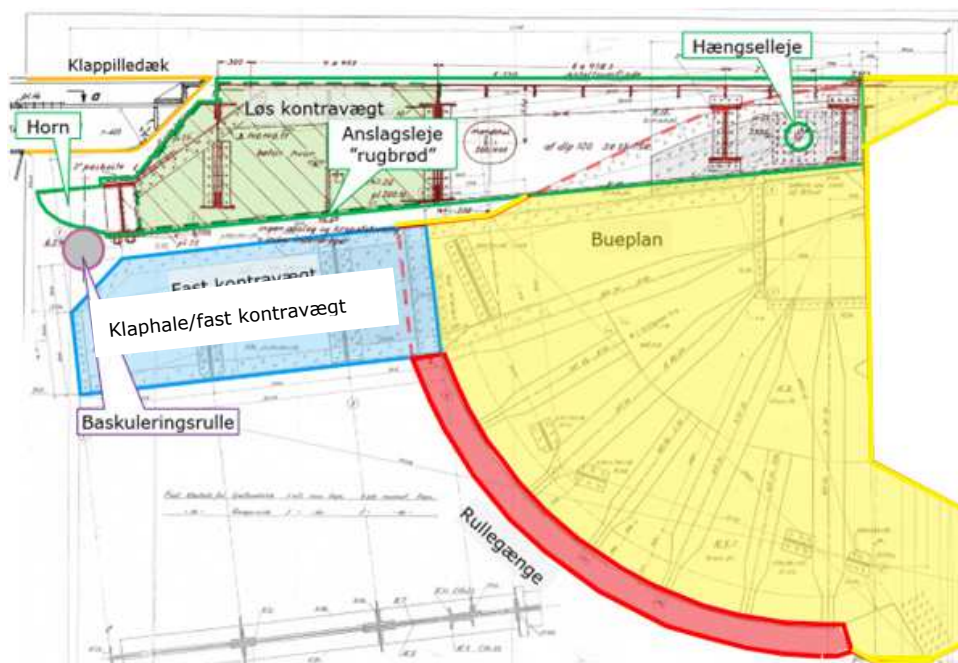
På ydersiden af de yderste to hovedbuedragere er monteret en tandstang, der har fat i hovedtappen, som er placeret tæt på centrum for rullegængernes cirkelbue. Det betyder at tandstangen er vandret (eller tæt på) uanset broklappens stilling. Den frie ende af tandstangen er i indgreb med drivhjulet, et tandhjul hvis aksel via et leje er fikseret til de faste konstruktioner. De to drivhjul ved hhv. bueplan 1 og 4 på samme broklap er via et fælles gear forbundet til drivmaskineriet så de altid følges ad.

Når broen skal åbne, og den løse kontravægt er baskuleret, dvs. lagt ned på den faste kontravægt så klappen er i balance, drejer maskineriet drivhjulene, der trækker i tandstangen så broklappens rullegænge ruller på rullebanen. Herved bliver klappen ikke bare drejet opad, men samtidig kørt væk fra sejlløbet, der dermed er frit i fuld højde selvom klapperne ikke åbner til helt lodret position.

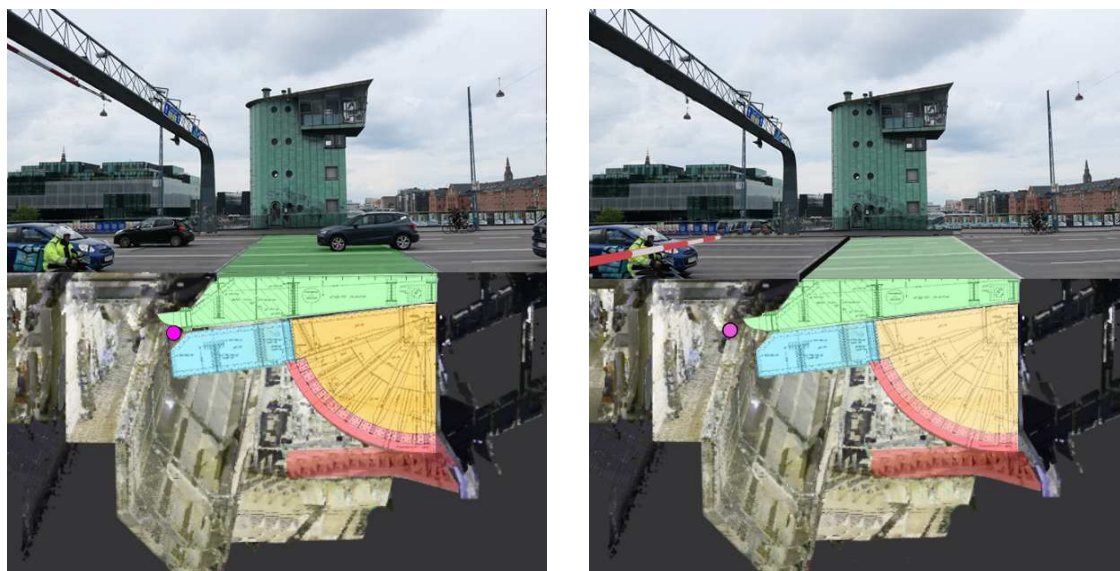
3. Illustrationer

I det følgende vises forskellige illustrationer af broklapper og maskiner i en kombination af fotos og udklip fra laserskanninger, med farvelægning af de centrale komponenter.

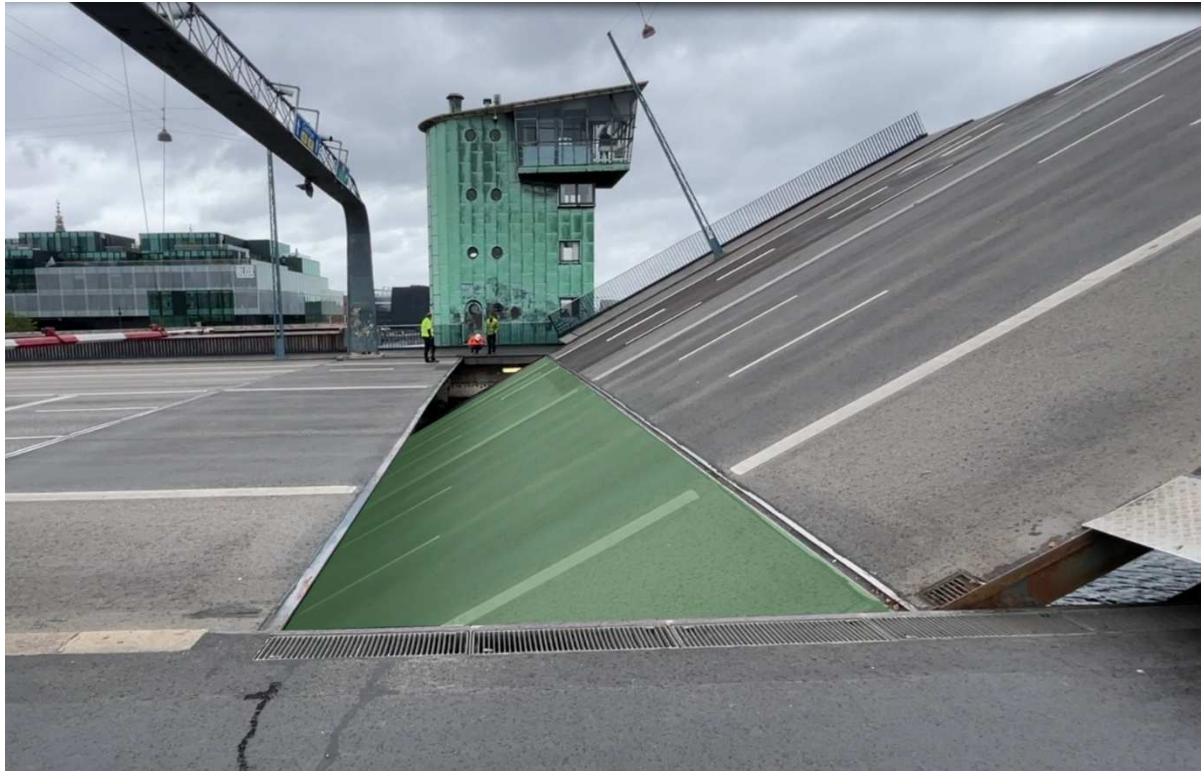
3.1 Generel funktion og terminologi



Figur 9: Længdesnit i kontravægtsarrangementet med udgangspunkt i de oprindelige konstruktionstegninger. Løs kontravægt vist med grøn kontur og med ballast i grøn skygge. Fast kontravægt med blå kontur og ballast i blå skygge. Hvert bueplan er forlænget bagud med en stålbjælke, "Klaphalen", der indgår som et bærende skot i den faste kontravægt. Den kan anes bag den blå skygge der markerer kontravægtsens udstrækning. Bueplan med gul kontur og skygge, og rullegænge med rød kontur og skygge. Det faste klappilledæk er vist med mørk gul kontur.



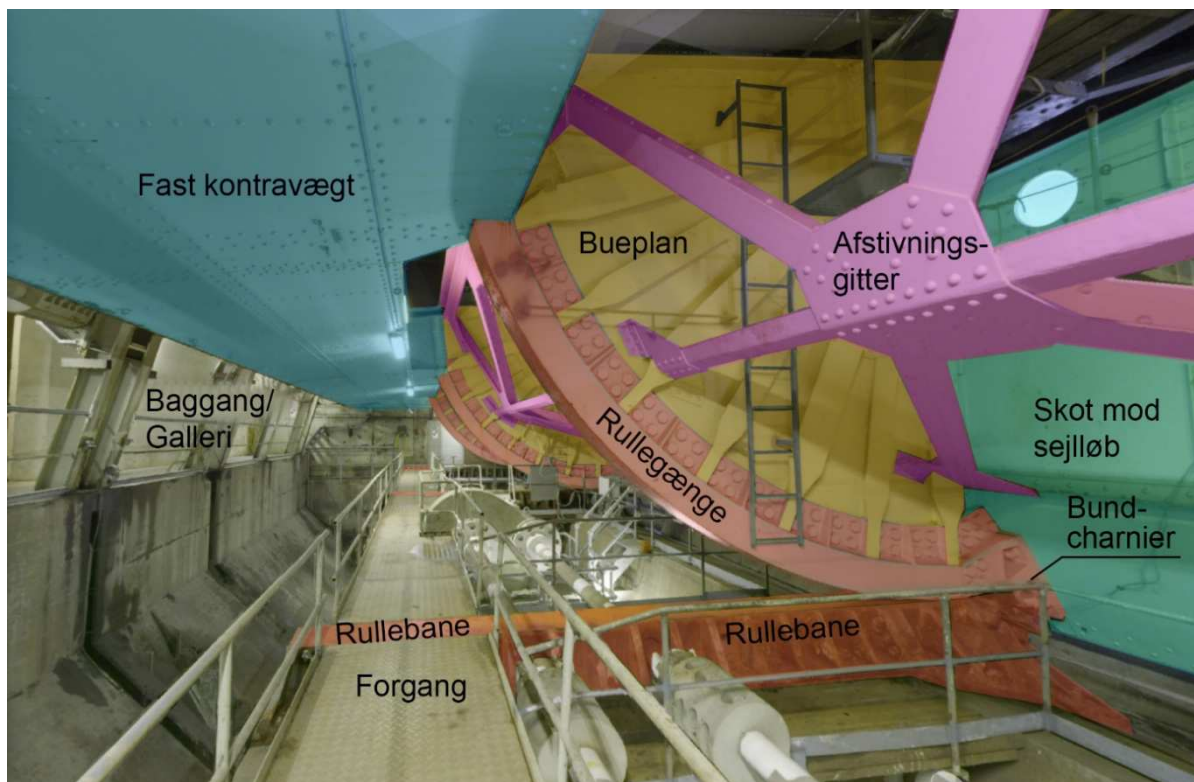
Figur 10: Snit gennem kontravægte og rullegænger. Til venstre når klappen er lukket, og trafikken kører. Til højre baskuleret og klar til at begynde åbning. Den violette cirkel viser baskuleringsrullens position i de to situationer. Sammensætning af foto over brodækket, skanning i klapkælderen og konstruktionstegninger af rullegænge/klapkonstruktionen.



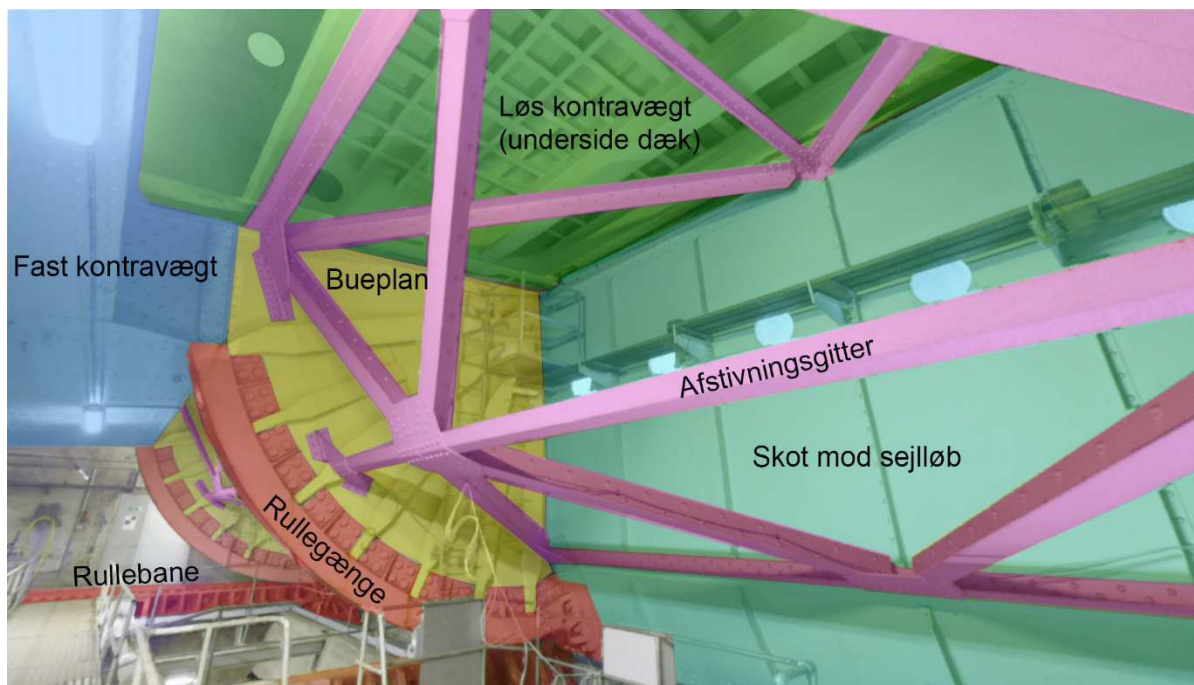
Figur 11: Åbning begyndt. Den del af klappens kørebane der udgøres af den løse kontravægt, er markeret med grønt. Foto.



Figur 12: Baskuleringsarme og -rulle (violet farve) samt -horn (grøn farve) i lukket (debaskuleret) tilstand (den løse kontravægt er løftet fri af den faste kontravægt ved at baskuleringsrullen er skubbet ind under hornet. Foto med og uden farvelægning.



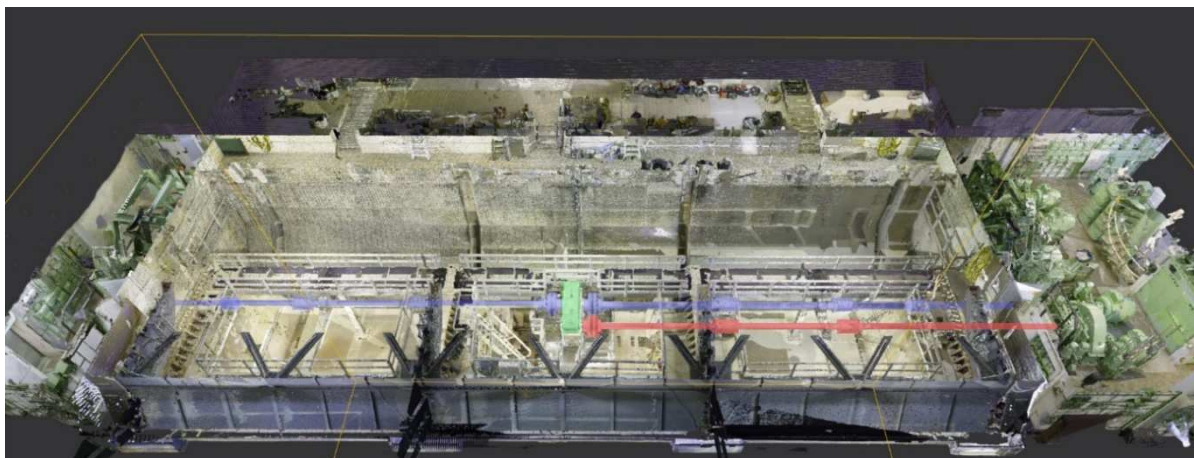
Figur 13: Fast kontravægt (blå) underside, rullebaner og rullegænger (røde), bueplaner (gule). Afstivningsgitter (lilla) skot mod sejlløb (turkis). Rækkerne af nittehoveder i den faste kontravægts underside viser hvor de indre skotter er.



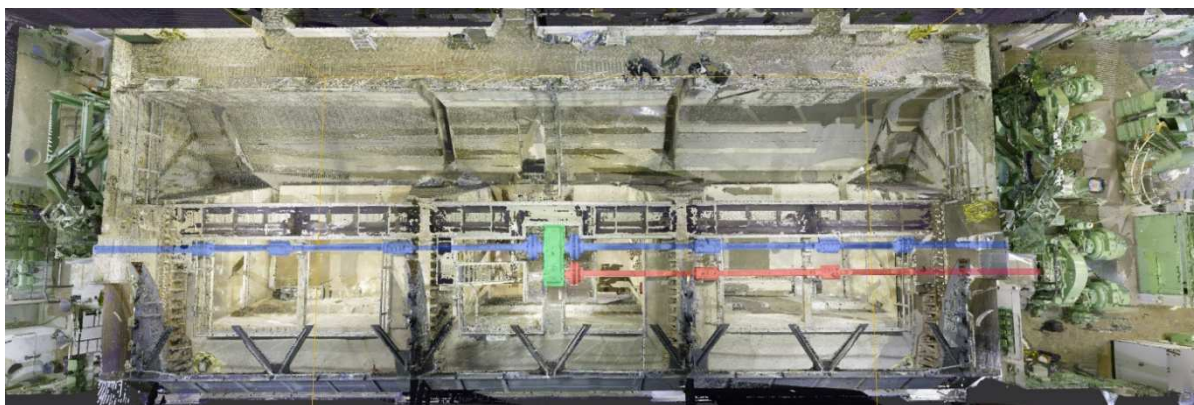
Figur 14: Fast kontravægt (blå), rullebaner og rullegænger (røde), bueplaner (gule), afstivningsgitter (lilla), underside af brodækket på den løse kontravægt (grøn), skot mod sejlløb (turkis).

3.2 Løftmaskineri

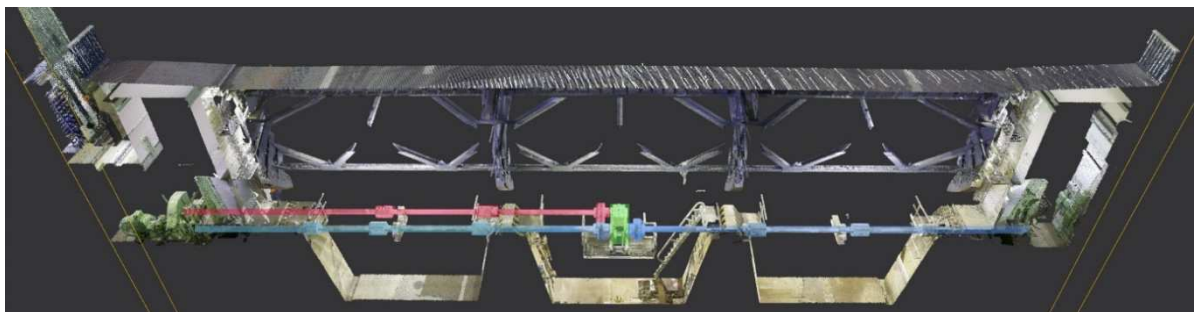
Figureerne nedenfor illustrerer at kræfter både til baskulering og til bevægelse af klapper føres til et centralt gear, hvorfra de fordeles ud til begge sider så påvirkningen bliver symmetrisk.



Figur 15: Maskineri til åbning og lukning af broklap. Sjællandsklappen.
Elmotoren i maskinrum nord (til højre) drejer den røde aksel, som overfører rotationen til en gearkasse (grøn) midt i klapkælderen. Herfra går en aksel (blå) ud til hver side, hvor de via en tandhjulsudveksling (et "geargalleri") bevæger tandstængerne, der igen bevæger broklappen. (Gennemskåret 3D-model fra laserskanning set skråt oppefra fra sejløbet).



Figur 16: Alternativ figur, set ovenfra. Sjællandsklappen. Udklip i 3D-skanning.



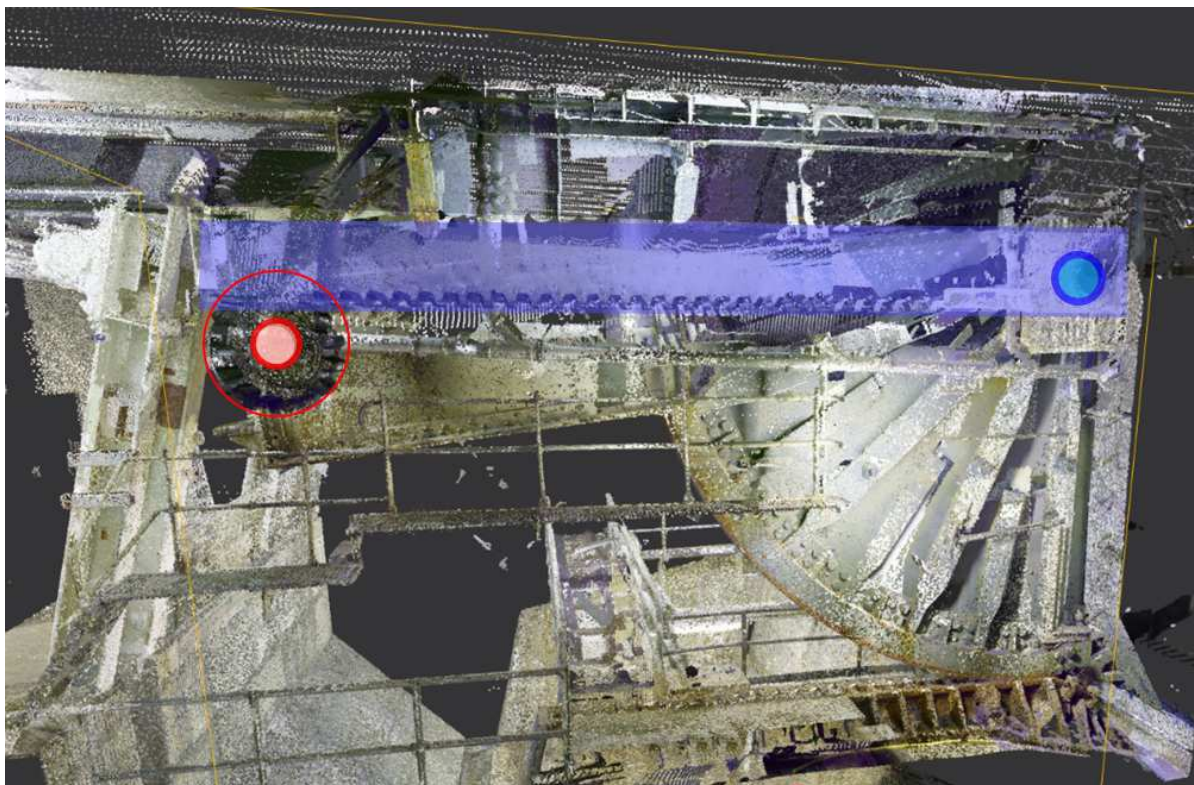
Figur 17: Alternativ figur, set fra baggangen, smalt tværsnit i klappille og maskinrum. Sjællandsklappen.
Maskinrummet til venstre. Udklip i 3D-skanning.



Figur 18 Klappille København. Maskinrum syd, geargalleri. Aksel fra det centrale gear midt i klapkælderens kommer ind forneden (ca. ved den blå cirkel), og gennem tandhjulsudveksling drejer den drivhjulet på den anden side af væggen, monteret på den aksel der er markeret med rødt.



Figur 19: Klappille København, maskinrum syd, geargalleri. Tandhjulsudveksling der overfører de drejende kræfter til drivhjulet, der igen bevæger tandstangen. Foto.



Figur 20: Drivhjulet (rød cirkel) drejer og bevæger tandstangen (markeret med blå skygge), der trækker i hovedtappen (blå cirkel) i rullegængens centrum og åbner broklappen. Udclip i 3D-skanning, set fra maskinrum København syd (hvor væggen til klapkælderen er klippet ud).



Figur 21: Klapkælder København, syd. Drivhjul (rødt) og tandstang (violet) set fra baggangen skråt nedefra. Foto.

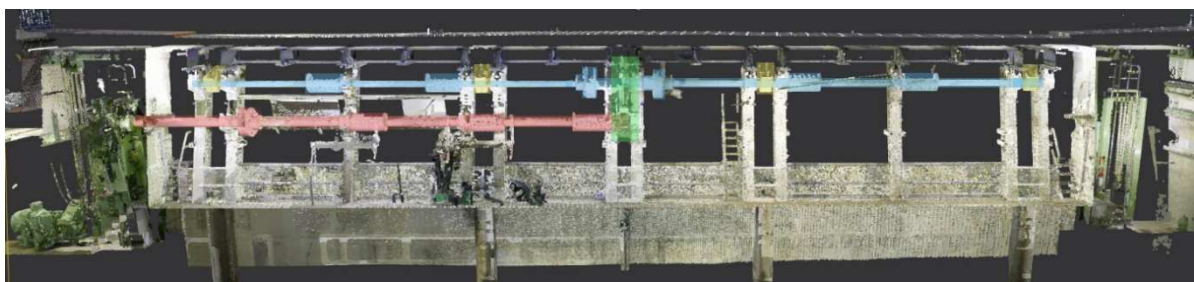


Figur 22: Klapkælder København, syd. Drivhjul og tandstang i klapkælderen. Til højre anes geargalleriet i maskinrum syd. Foto.

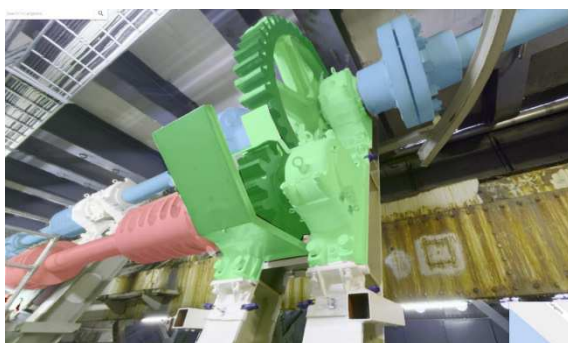
3.3 Baskulering



Figur 23: Baskuleringsarrangement. Hornene på den løse kontravægt (grøn) hviler i lukket tilstand på baskuleringsrullerne (lilla), der hænger i de lodrette baskuleringsarme. Når akslen roterer, trækkes armen med baskuleringsrullen væk fra kontravægten, der dermed lægger sig ned oven på den faste kontravægt. (foto).



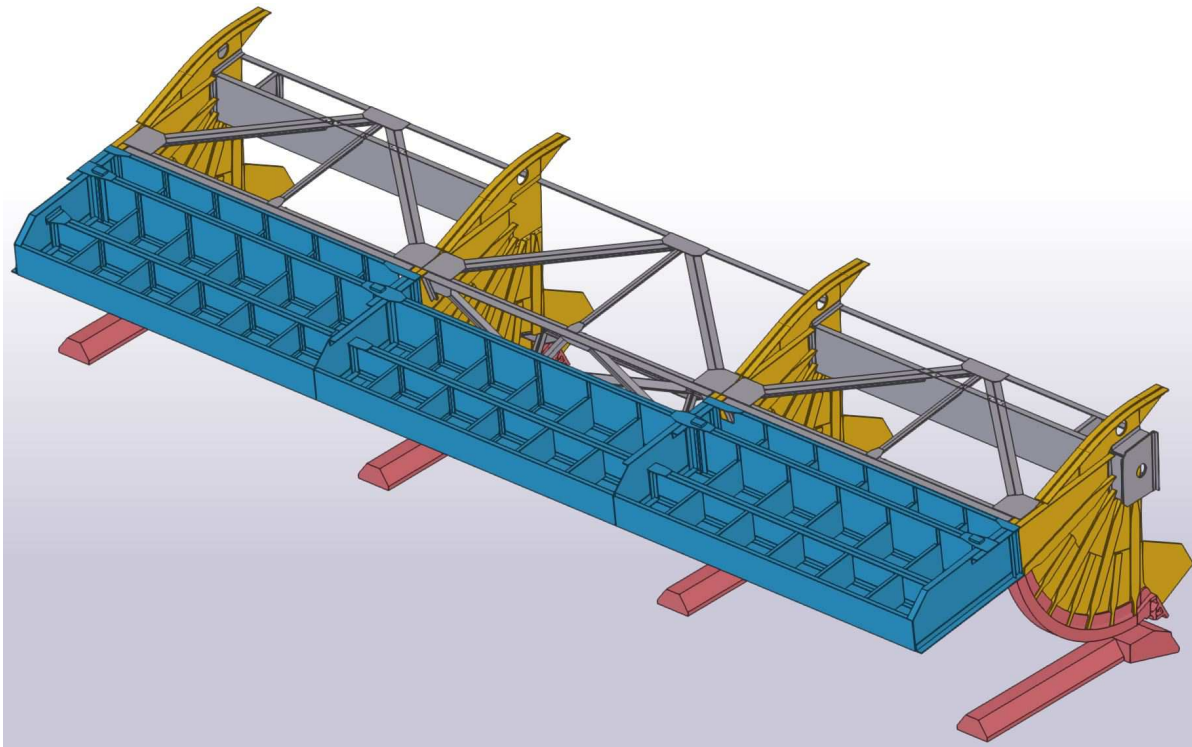
Figur 24: Baskuleringsmaskineriet set fra baggangen, Sjællandssiden. Lodret snit. Elmotoren i maskinrummet til venstre drejer den røde aksel, som overfører rotationen til en gearkasse (grøn) midt på baggangen. Herfra går en aksel (blå) ud til hver side, hvor de bevæger baskuleringsarmene, der trækker baskuleringsrullerne bagud så den løse kontravægt lægger sig ned på den faste kontravægt. (Gennemskåret 3D-model fra laserskanning).



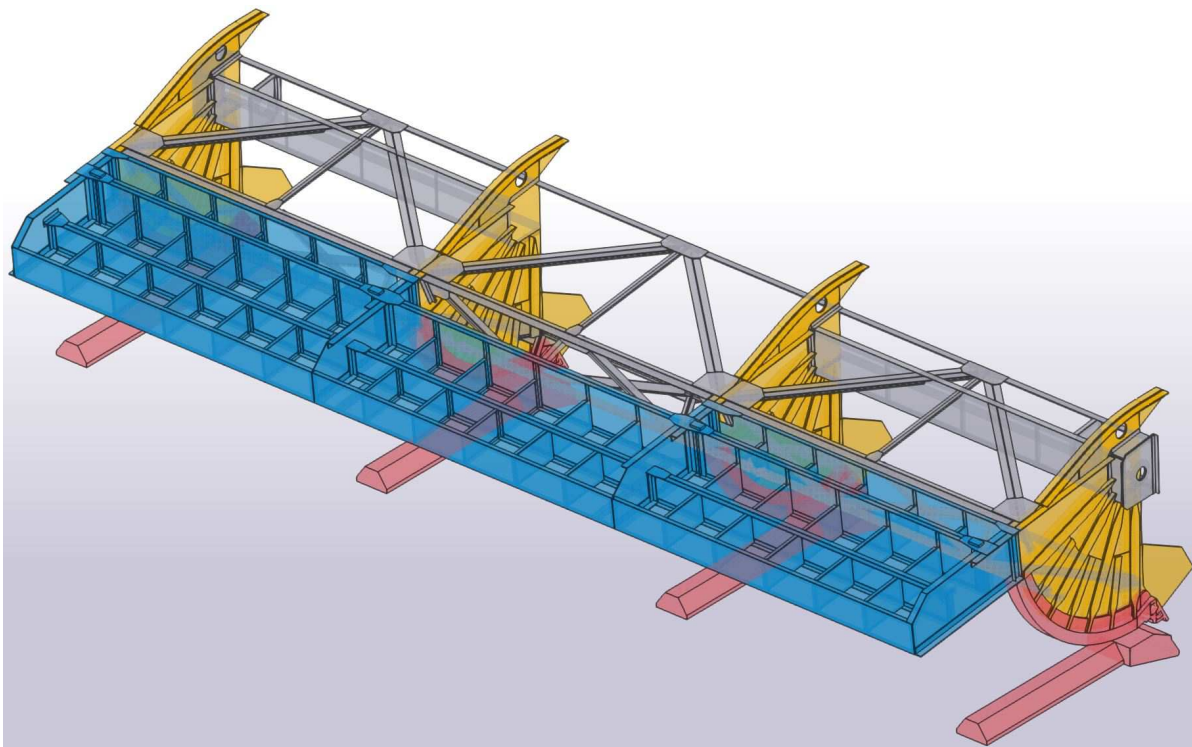
Figur 25: Det centrale baskuleringsgear, Sjællandssiden, foto, med og uden farvelægning.

3.4 3D-Model af kontravægte og rullegænger

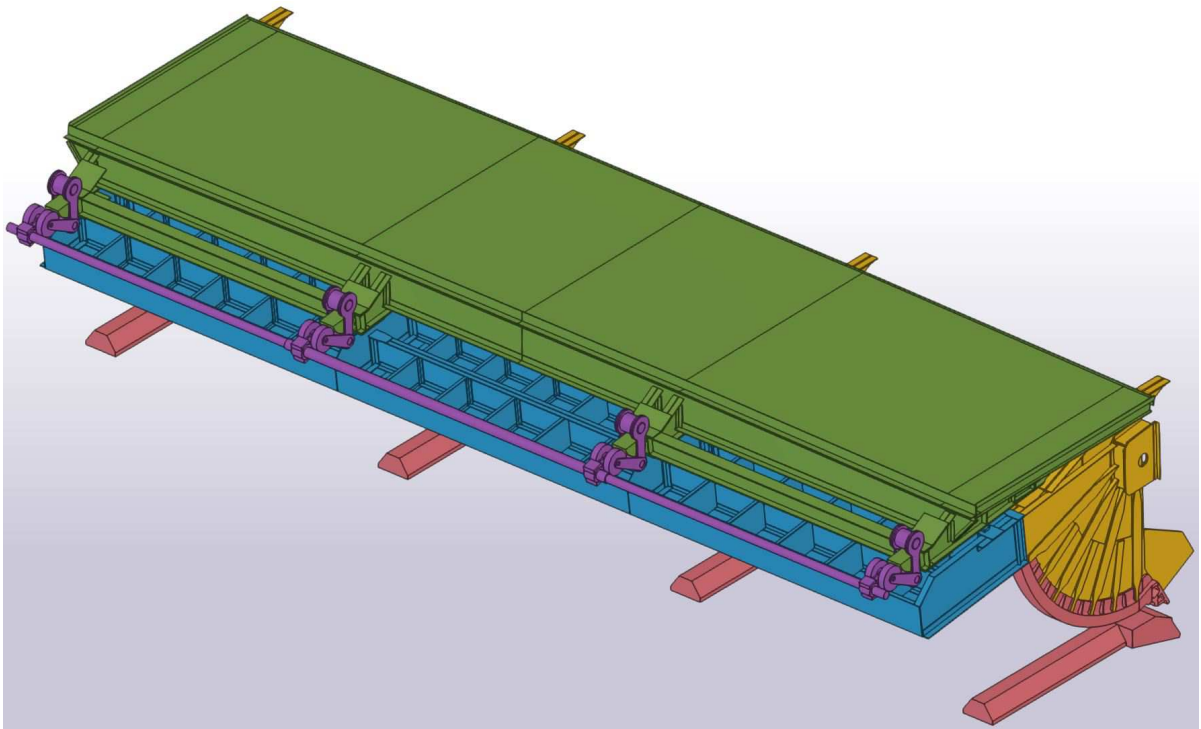
Nedenfor vises udsnit af en 3D digital model af de centrale stålkonstruktioner i broklappen, bygget efter de originale tegninger, dvs. uden de deformationer og evt. andre afvigelser der er i virkeligheden.



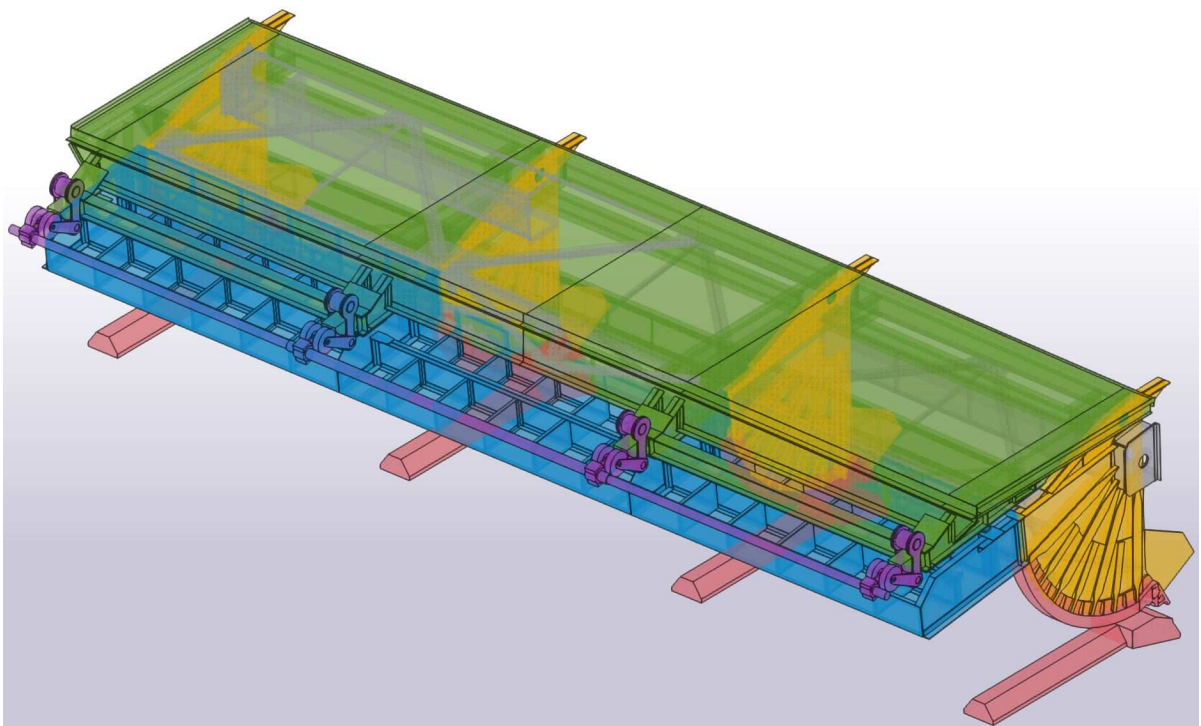
Figur 26: Stålkonstruktioner i fast kontravægt, rullegænger, rullebaner.



Figur 27: Stålkonstruktioner i fast kontravægt, rullegænger, rullebaner. Halvgennemsigtig.



Figur 28: Stålkonstruktioner i fast og løs kontravægt, baskuleringsruller og -horn, rullegænger, rullebaner.



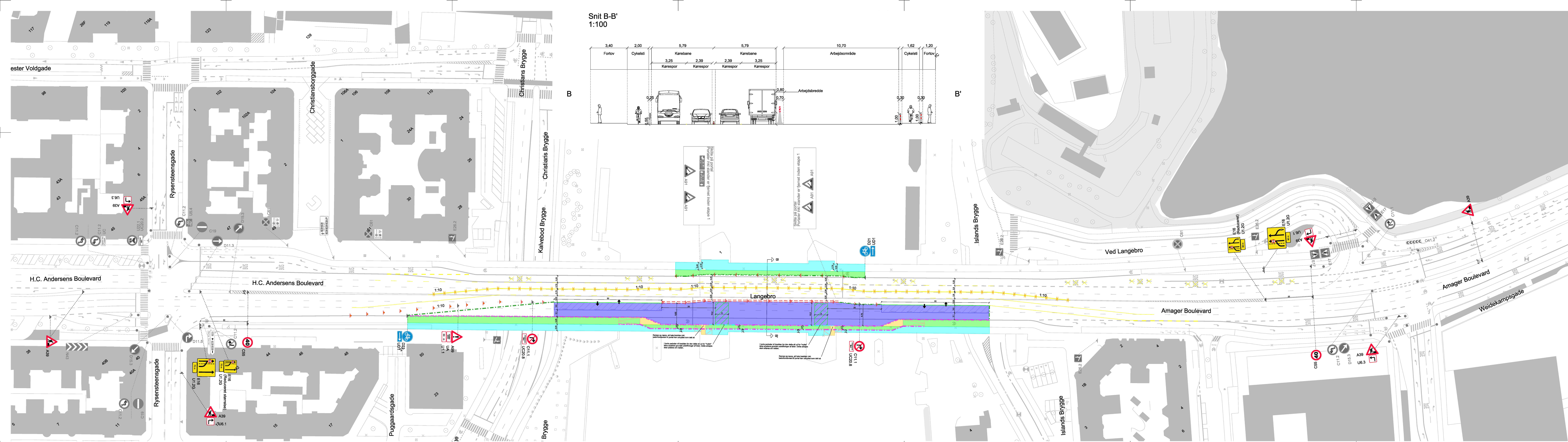
Figur 29: Stålkonstruktioner i fast og løs kontravægt, baskuleringsruller og -horn, rullegænger, rullebaner. Semi-transparent.

4. Stikordsregister/terminologi

afstivningsgitter	3, 8	hovedtap	5, 11
amagerklappen	1	hængselleje	5
amagersiden	1	klaphale	6
baggang	8	klaphalen	5
ballast	6	klappilledæk	6
baskulere	5	klapspidshorn	5
baskulering	3	klapspidsruller	5
baskuleringsaksel	5	kompasretninger	1
baskuleringsarm	7, 13	løftemaskineri	9
baskuleringsarrangement	13	løs kontravægt	3, 5, 6, 15
baskuleringshorn	3	rullebane	3, 8
baskuleringsmaskineri	13	rullebaner	14
baskuleringsrulle	3, 5, 7, 13	rullegænge	5, 8
buehoveddragere	2	rullegænger	14
bueplan	2, 3, 6, 8	Scherzer-bro	2
bundcharnier	2, 3, 5	sjællandsklappen	1
debaskulering	4, 5	sjællandssiden	1
drivhjul	4, 5, 11, 12	skot mod sejlløb	8
fast kontravægt	3, 5, 6, 8, 14	skotter	8
forgang	8	tandstang	4, 5, 11, 12
geargalleri	10	topcharnier	2, 3
horn	5, 7, 13	tyngdepunkt	3
hovedbuedrager	5		

Appendix 2

Trafikplaner

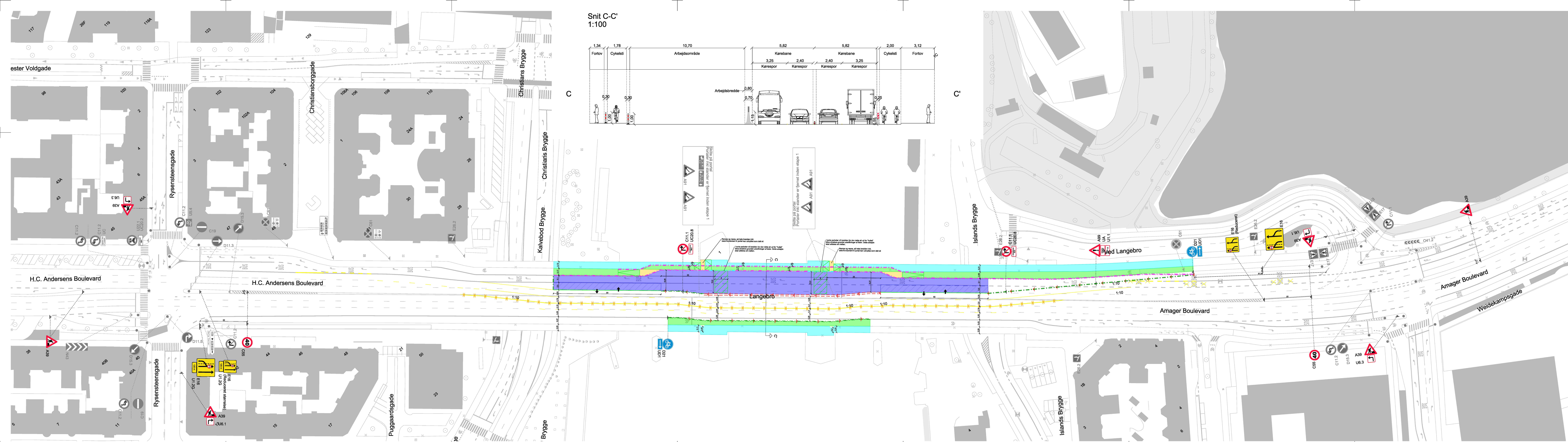


NOTER:
Alle mål er i meter
Tegningen er i koordinatsystem DKT13 og koter i DVR90
Signaturforklaringen er gennemgående for alle etaper og bliver ikke nødvendigvis vist på tegningen

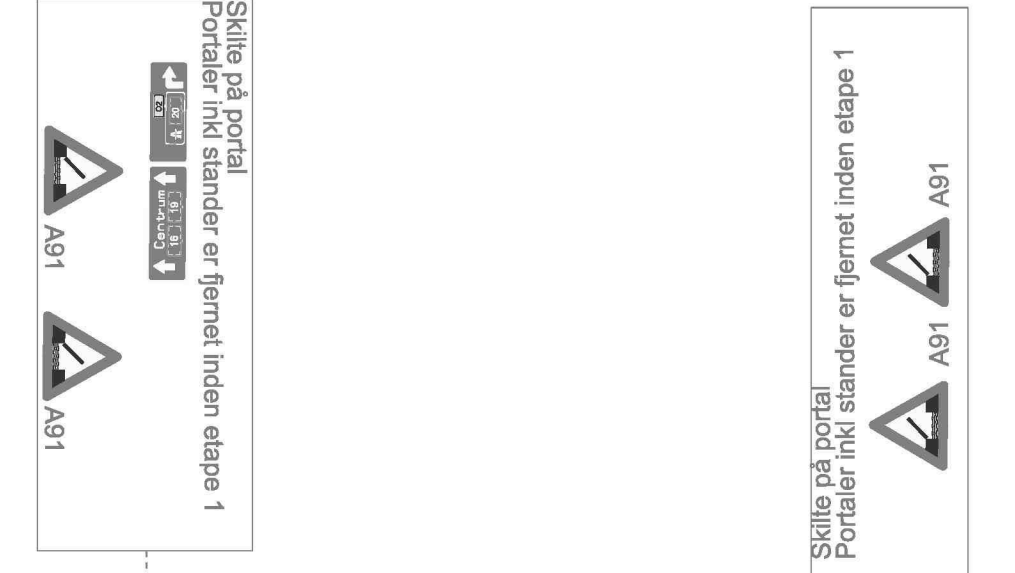
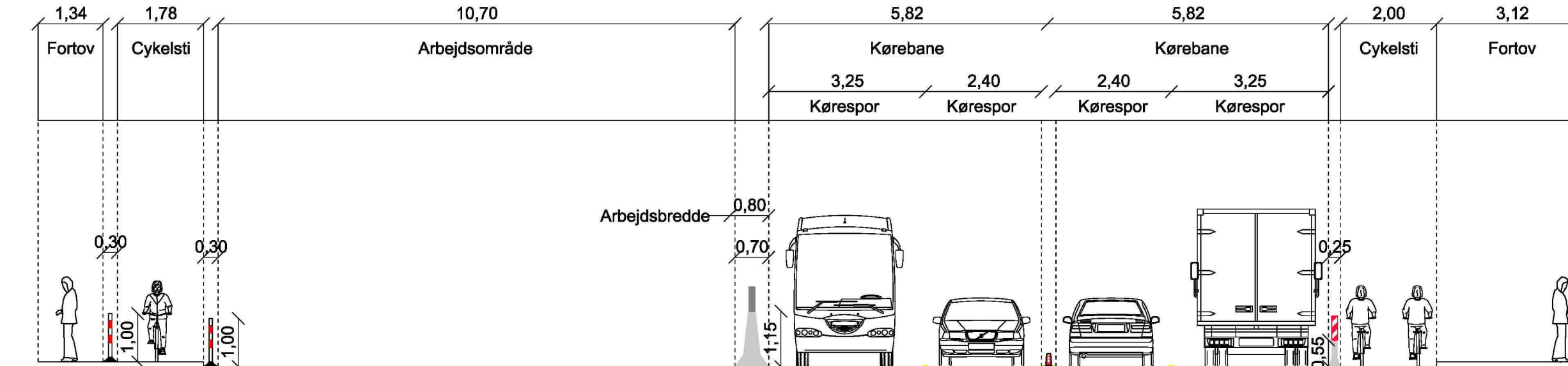
- SIGNATURFORKLARING:
- Eksisterende forhold
 - Arbudsområde
 - Område reserveret til ind- og udkørsel, må ikke bruges til andet
 - Arbudssted
 - Cykelssti
 - Fortov
 - Repos i plant niveau
 - Asfaltrampe
 - Trafikvæn i beton - T2/W2 - Min. højde: 1,15 m. - Max. bredde: 0,70 m. Påmonterede siderelæks
 - Lavt trafikvæn i beton - T3/W2 - Max. højde 0,55 m. - Max. bredde 0,24 m.
 - O45 som plasthegn
 - Ekstra højt (2,30 m) skridsikkert hegn, hvor det skal sikres at hegnet ikke umiddelbart kan væltes
 - Ind- og udkørsel fra arbejdsområdet. N42 placeres ved ind- og udkørsel når den ikke er i brug
 - Midlertidig kørebaneafmærkning
 - Midlertidig skiltning og stander
 - Eksisterende skiltning og stander
 - N42 med løbelys - 1:10 - 10 stk.
 - N42 pr. 10 m.
 - N42 pr. 10 m. på højt trafikvæn
 - N42 pr. 10 m. på lavt trafikvæn
 - N44.3 pr. 5 m.

FORELØBIGT TRYK

-	-	-	-	-	-	-
Rev.	Retteelse	Rev. Dato	Projekteret	Tegnet	Kontrol	Godkendt
RAMBOLL Hannemanns Alle 53 DK-2300 København S Københavns Kommune Renovering af Langebro broklapper Etapelplan - Etape 2 1 : 500						
Proj. KKALY	Tegnet KKALY	Kontrol. NIWD	Godk. MRPI	Dato 27.04.2026		
SKYENHØJ KØBENHAVN Københavns Kommune Teknik- og Miljøforvaltning Mobilitet, Kørpassering og Byvedligehold		Tegn. nr. 1100416_C07.01_T5B_L101010400000_N0002 Rev.				



Snit C-C'
1:100



1. I korte parkeer- og stopzoner for den del af vej for "fuldt" eller delvis parkerede køretøjer, der ikke er tilladt at parkere eller stoppe. Disse zoner skal afmærkes med røde, hvide eller gule linjer.

2. I korte parkeer- og stopzoner for den del af vej for "fuldt" eller delvis parkerede køretøjer, der ikke er tilladt at parkere eller stoppe. Disse zoner skal afmærkes med røde, hvide eller gule linjer.

NOTER:
Alle mål er i meter.
Tegningen er i koordinatsystem DKTm3 og koter i DVR90.
Signaturforklaringen er gennemgående for alle etaper og bliver ikke nødvendigvis vist på tegningen.

SIGNATURFORKLARING:

- Eksisterende forhold
- Arbudsområde
- Område reserveret til ind- og udkørsel, må ikke bruges til andet
- Arbudssted
- Cykelssti
- Fortov
- Repos i plant niveau
- Asfaltrampe
- Trafikvæn i beton - T2/W2 - Min. højde: 1,15 m. - Max. bredde: 0,70 m. Påmonterede siderreflekser
- Lavt trafikvæn i beton - T3/W2 - Max. højde 0,55 m. - Max. bredde 0,24 m.
- O45 som plasthegn
- Ekstra højt (2,30 m) skridsikket hegn, hvor det skal sikres at hegnet ikke umiddelbart kan væltes
- Ind- og udkørsel fra arbejdsområdet. N42 placeres ved ind- og udkørsel når den ikke er i brug
- Midlertidig kørebaneafmærkning
- Midlertidig skiltning og stander
- Eksisterende skiltning og stander
- N42 med løbelys - 1:10 - 10 stk.
- N42 pr. 10 m.
- N42 pr. 10 m. på højt trafikvæn
- N42 pr. 10 m. på lavt trafikvæn
- N44.3 pr. 5 m.

FORELØBIGT TRYK

Rev.	Retteelse	Rev. Dato	Projekteret	Tegnet	Kontrol	Godkendt
	RAMBOLL		Hannemanns Alle 53 DK-2300 København S			
Københavns Kommune Renovering af Langebro broklapper						1:500
Etapenplan - Etape 3						27.04.2026
Proj. KKALY	Tegnet KKALY	Kontrol NIWD	Godk. MRPI	Dato 27.04.2026		
		Københavns Kommune Teknik- og Miljøforvaltning Mobilitet, Køringsplan og Byvedligehold		Tegn. nr. 1100416_C07.01_T5B_L1010104000000_N0003 Rev.		

