

2 broer til indflyvningslys, Nuuk Lufthavn



Dansk Stålblis 2024

RAMBOLL

Bright ideas.
Sustainable change.

Description of the expansion of Nuuk airports

The expansion of the Nuuk airport involves:

- extension of the runway from 950 m to 2200 m - incl blasting about 6 million m³ rock.
- 2 new 260 m long bridges for approach lights
- rerouting of and connection to access roads from Nuuk city
- parking in the terminal area
- earthworks for cabling within the railway and terminal area
- water and sewer pipeline
- rerouting of raw water pipeline
- fencing of the airport.

The airports in Nuuk, Ilulissat and Qaqortoq opens 2025 at the latest and costs around 3600 mDKK

Ilulissat

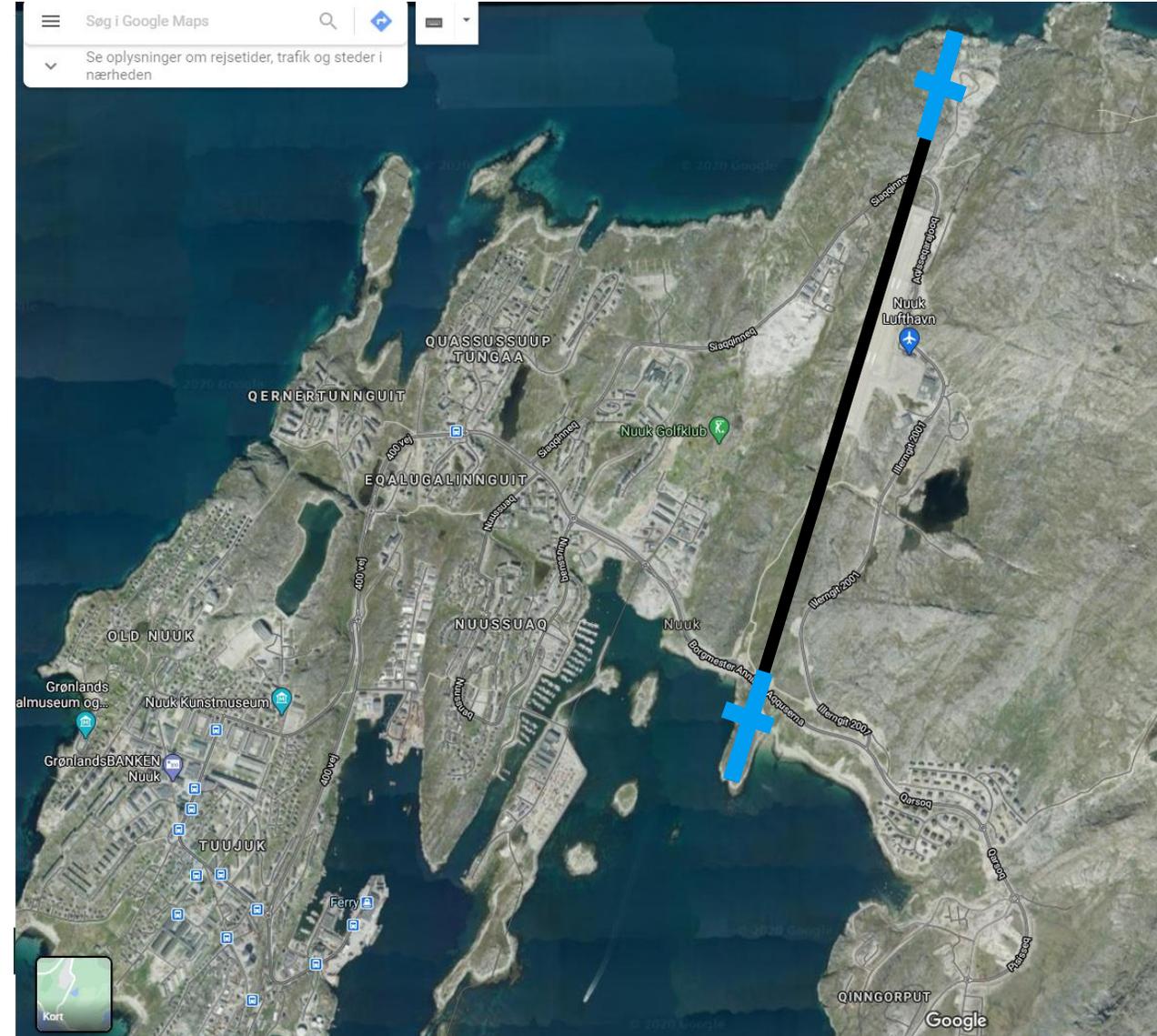
Nuuk

Qaqortoq

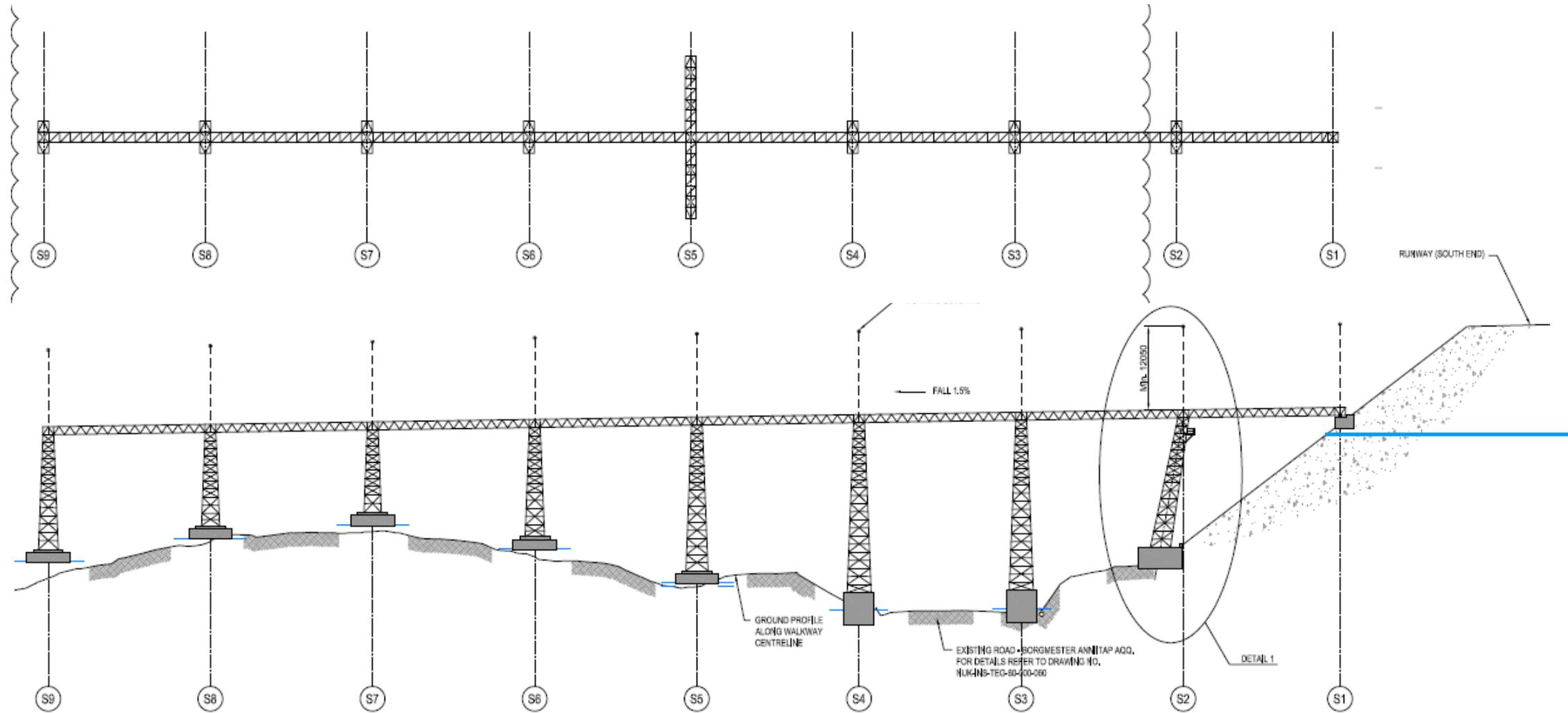


Involved parties in the Nuuk bridges

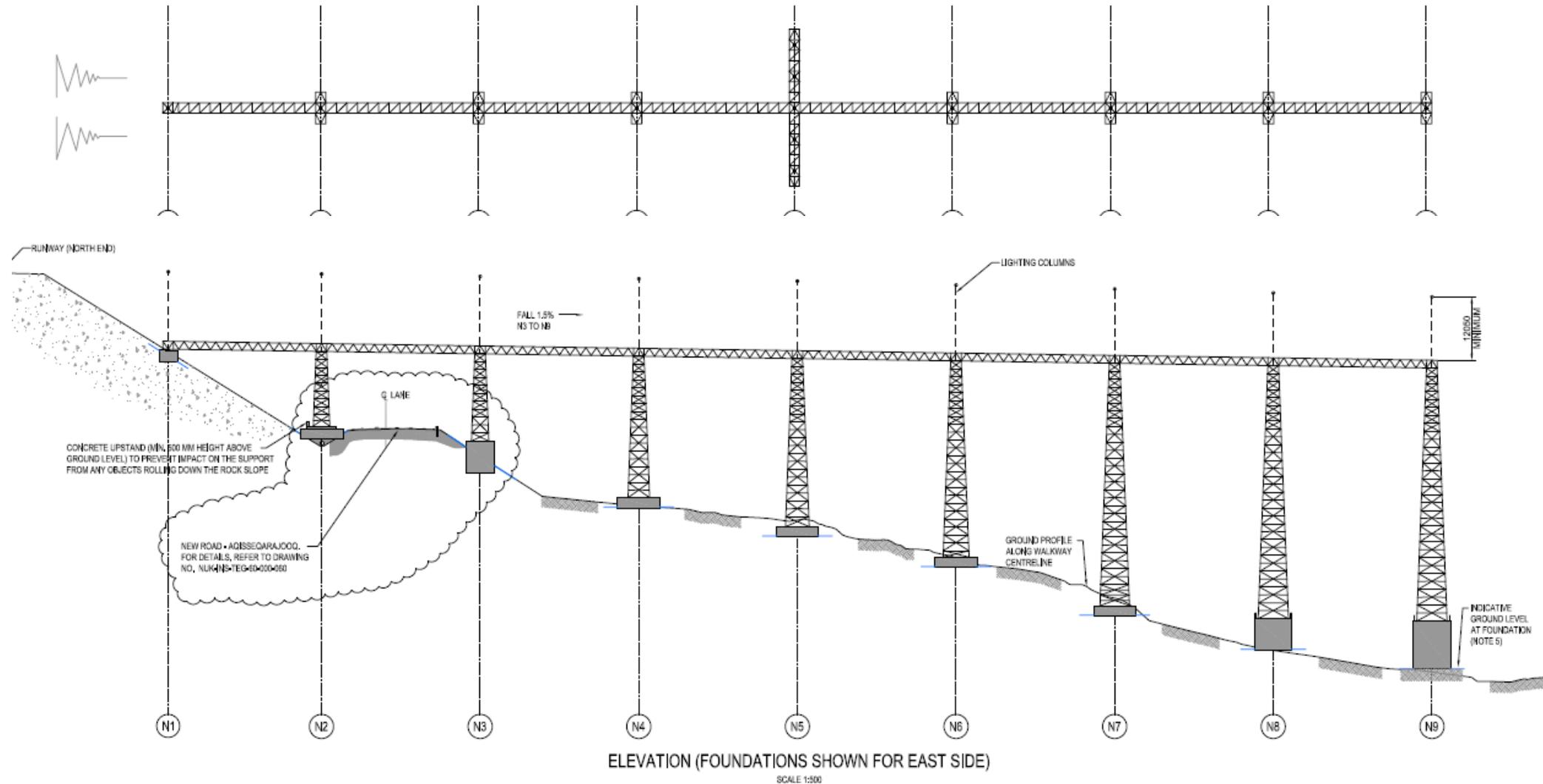
- Owner
- Main contractor
- Steel contractor
- Lights
- Architect
- Engineer



Original design: South Bridge



Original design: North Bridge



Problemer

1. Det er ikke **bæredygtigt** design. Bl.a. fordi der bruges for meget beton, som også er vanskelig at fremskaffe i Grønland!
2. A Det er vanskeligt at få sammenklappelige master, som styrkemæssigt kan holde til en design vindhastighed på 300 km/t (82 m/s) og 5 cm is.
2. B Indflyvningslysene skal være korrekt orienteret. Det kan være problematisk, at placere dem i den rette slutindstilling, når masten er klappet sammen.
3. Varierende højde på lysmaster, hvorved bygherren får lysmaster, som er unødigt høje (op til 16,9m), og derved er lysene vanskelige at vedligeholde.
4. Fundamenter til S3 og S4 skal placeres i kanten af vejens snelægszonen. De store blokfundamenter kan være til fare for trafikken - specielt om vinteren, hvor der er glat og meget sne, hvorved man kan køre ind i dem, mens de er skjult i sneen.
5. Fundamenter og master er tydelige 'øjebæ'-er og har været debatteret i pressen.
6. Der er risiko for isnedfald. Ifølge ISO standarden på området falder isen lige så langt væk fra toppen horisontalt, som højden over terræn (op til 45°). Det kan være fatalt - specielt når det er den værste isklasse, som er anvendt her. Det kan ikke accepteres at vejen lukkes.

LØSNINGER

1. Begge: Et mere **bæredygtigt** design med fjeldankre.
2. Begge: Broerne udformes så høje, at lysene kan placeres og serviceres direkte fra broen.
3. Syd: Syd-broen løftes
4. Syd: Ændre design så der anvendes enkelt master, og de ikke placeres direkte under lysmasterne.
5. Masterne placeres på toppen af fjeldet og åbner op for den visuelle port.
6. Begge: Det kan være nødvendigt at lave en tunnel, som kan beskytte bilerne. Noget tilsvarende har Tele Greenland lavet på deres radiokædestation Sanderson Hope (SAHO). Alternativt kan der indføres et meteorologisk varslingsystem (Telenor Infra har et tilsvarende meteorologisk varslingsystem i nærheden af en fjernsynsmast ved Oslo)

Problemer

7. Master og fundamenter for N9 er placeret i havkant (3-5m tidevand). Det giver problemer med holdbarhed af beton og det nederste af stålmasten. Mastefundamentet påvirkes af isfoden i tidevandszonen, hvorved der kan dannes et stor isklump af havis om vinteren.
8. Det er vanskeligt at få leveret mere ca. 6000 m³ beton på pladsen i kvalitet C30, da Betonværket i Nuuk normalt kun må levere kvalitet C15 og de angivne mængderne er ekstreme efter Grønlandske forhold (ca. 800 betonbiler i alt – der er ingen betonkanoner i Grønland). Projektet kan blive forsinket pga. forsinkede leverancer Store betonfundamenter bliver normalt ikke accepteret i den frie natur i Grønland (Store fritstående betonfundamenter er ikke blevet accepteret på højspændingslinjerne i Grønland)
9. Bygherren har i svar dateret 19/12 2020 angivet, at en stødvindhastighed på 62 m/s skal anvendes ved beregning af udbøjninger og vinkeldrejninger for indflyvningslys.
10. Mast S2 står skråt og er delvist funderet i opfyld
11. 1,2 km lejder med faldsikringer og hvileplatforme skal efterses og vedligeholdes (Hvis de var i DK, skulle de efterses hvert år). Det ikke umiddelbart muligt at komme rundt i alle hjørner af masterne - på trods af lejderne (f.eks. ved vedligeholde masterne). "
12. Ved den nordlige bro er der en jerdump, som er placeret i en naturlig slugt. Den nuværende udstrækning af jerdump'en er ikke kendt.

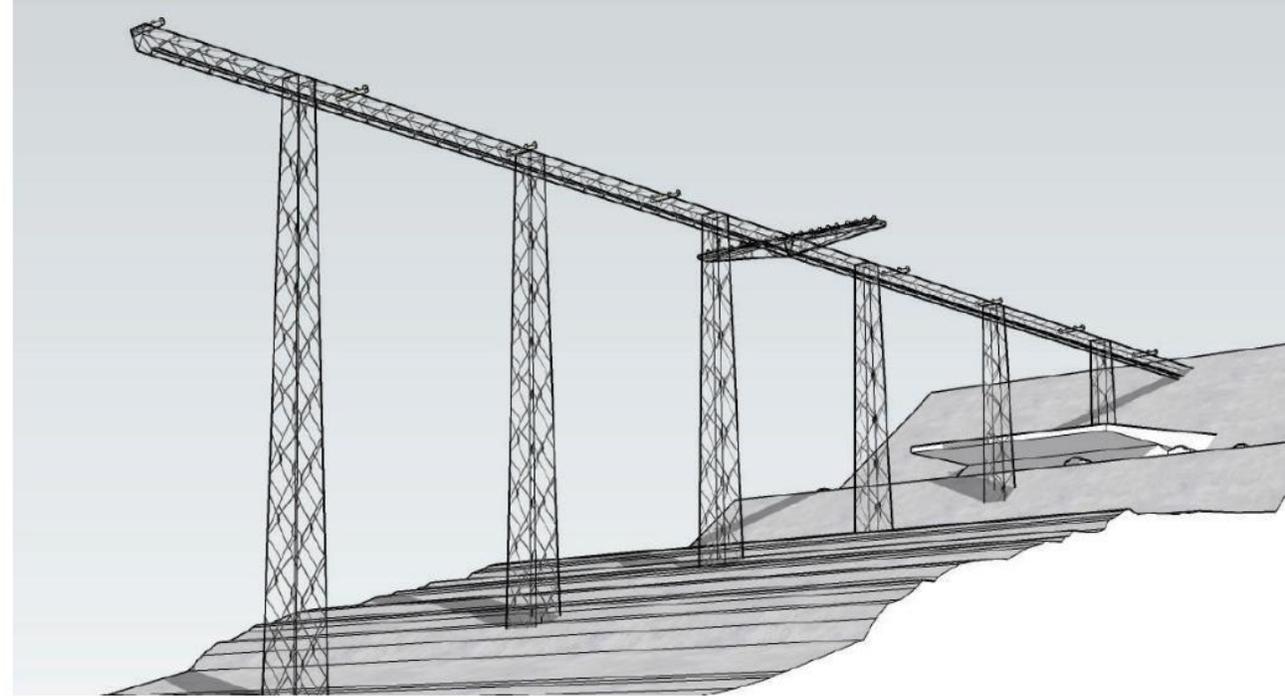
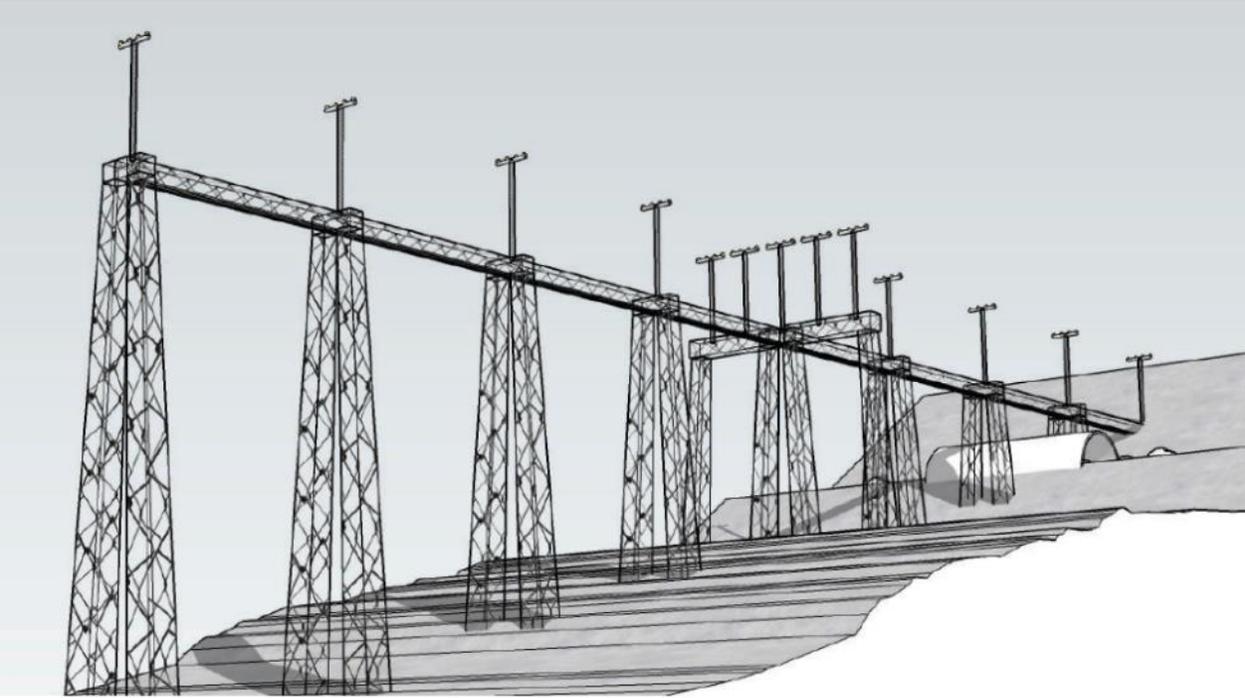
Konstruktionen kan gøres mere elegant!

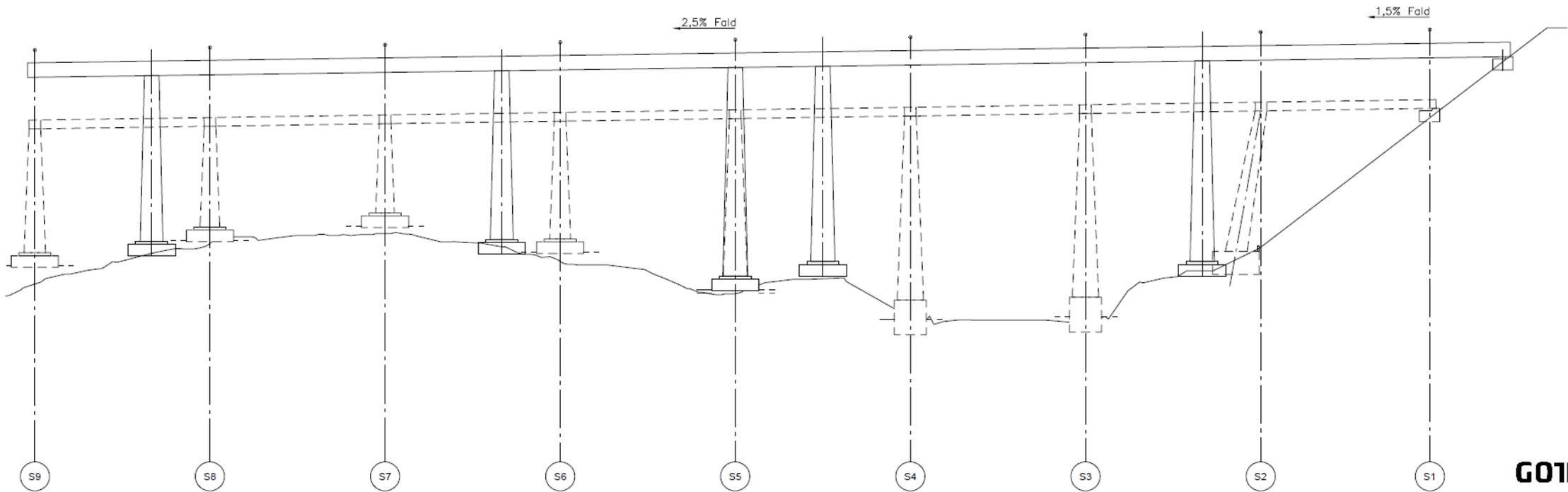
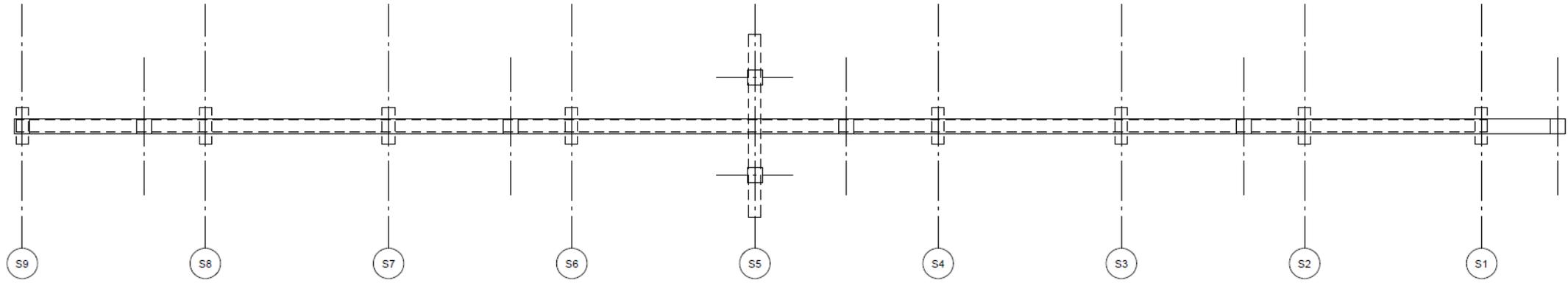
LØSNINGER

7. Nord: Yderste mast fjernes og broens design ændres med en udkraget del.
8. Begge: Master udformes med uens benlængder og enkeltfundamenter med fjeldankre. En løsning som normalt anvendes i Grønland.
9. Begge: Vinkeldrejningerne og udbøjninger beregnes for de højeste vindhastigheder, som banerne må belyses ved. Derved tillades mere fleksible master.
10. Syd: Masten flyttes længere væk fra landingsbanen, så den står lodret og stå på fjeld.
11. Begge: Masten kan vedligeholdes uden lejder ved at rappelle ned fra broen i stedet for at anvende lejdere - herved kan alle hjørner nås.
12. Nord: Få kortlagt jerdump'en med dybden ned til bæredygtigt lag.



Foto: Munck Gruppen







**GOTTLIEB
PALUDAN**
ARCHITECTS



**GOTTLIEB
PALUDAN**
ARCHITECTS



Foto: Munck Gruppen

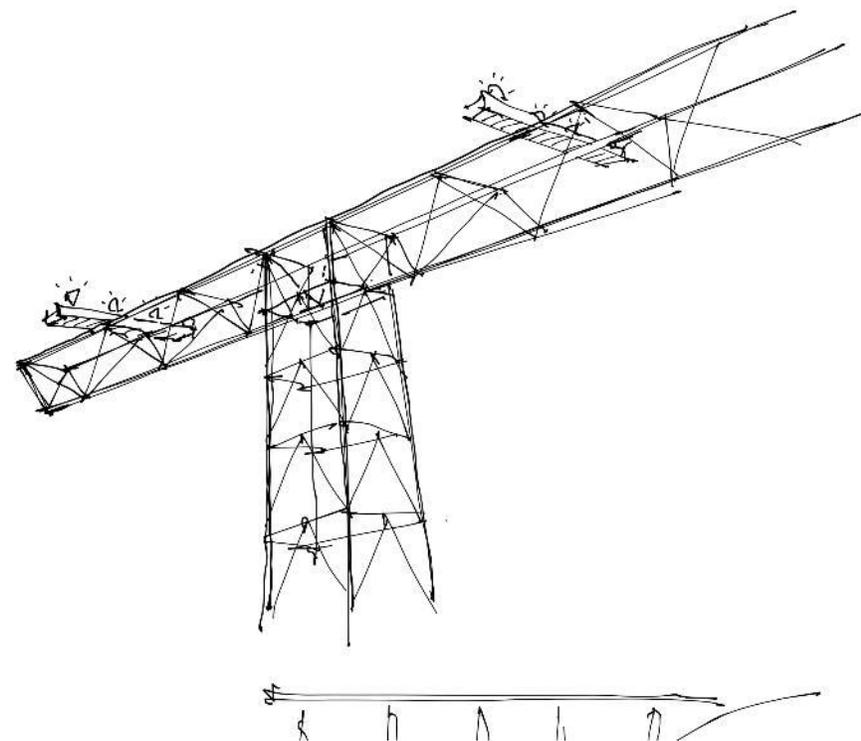
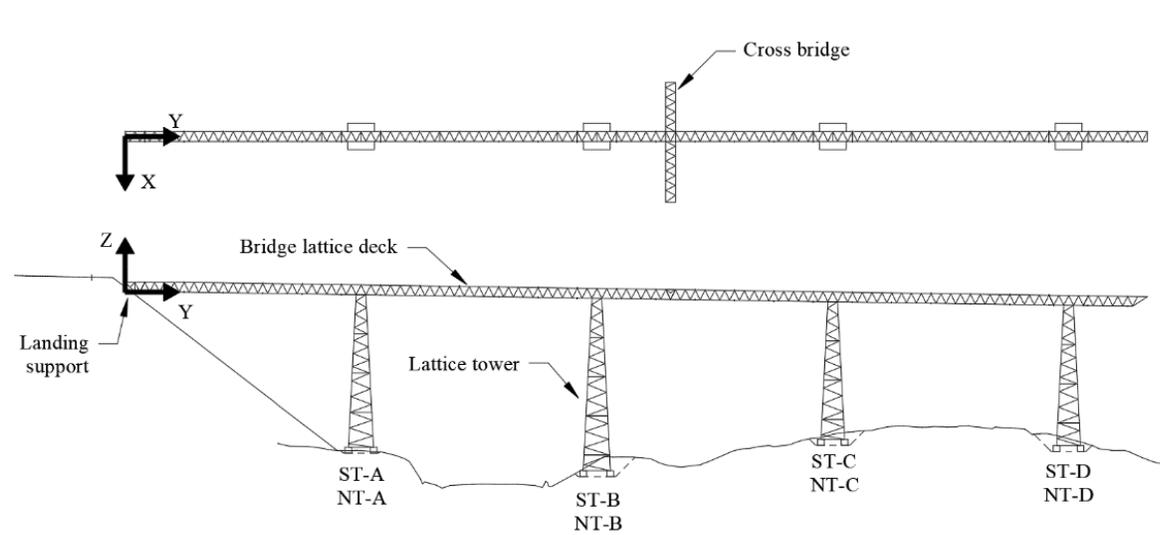




Foto: Munck Gruppen



Foto: Munck Gruppen

**GOTTLIEB
PALUDAN**
ARCHITECTS

Advantages of tubes compared to angle profiles

- Main structural members are limited by compression capacity. The compression capacity is governed by instability of the member.

Advantages:

- Tubes are great as the moment of inertia per weight ratio is high.
- Tubes have better drag factors than flat elements such as L/profiles.
- It is difficult to get large L profiles

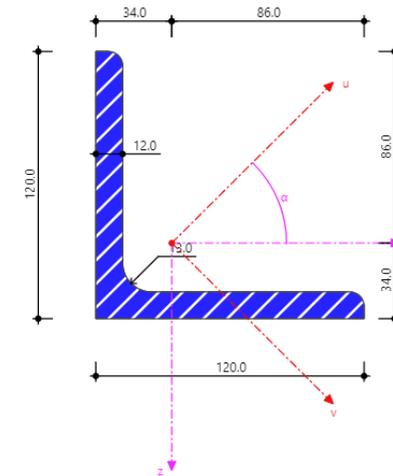
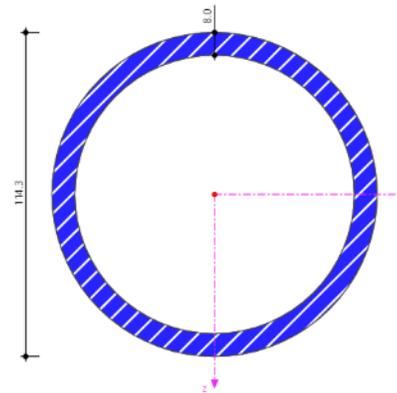
Disadvantages:

- Connections can be more difficult to produce for tubes structures.

Example:

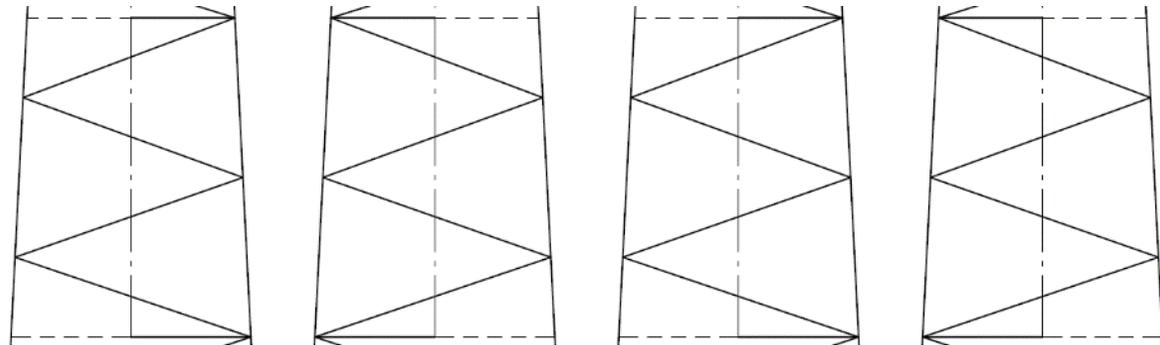
Profile	Weight	Moment of inertia about weak axis	Drag coefficient
L120x120x12	21.6 kg/m	$1.52 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$	~ 2.1
$\text{Ø}114.3 \times 8$	21.0 kg/m	$3.79 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$	~ 1.2

About 2.5 x higher stiffness and 0.6 x lower drag



Diamond V-lattice

- The lattice in the towers are design with a new “diamond” pattern.
- This means that four diagonals meets at the same location.
- The design gives a calmer visual impact on the landscape.



Material and CO2 savings

Ways of reducing material and CO2 emission:

Change design basis:

- Svend Ole Hansen has prepared site specific wind and ice load
- Frangible light mast not necessary
- Rock anchors to be used
- Architects involved

Change in design

- Use of rock anchors instead of concrete gravity foundations
- Use of tubes instead of L-profiles
- A simpler design - Fewer towers
- No towers under cross bridge
- Utilising the cable tubes as a structural member

Improvements

- Reduce load
- Easier maintenance
- More optimised structure
- More aesthetic design
- Less Concrete
- Less steel
- Less steel and safety rails
- Less steel
- Less steel

Material and CO2 savings

	Owner's design	New Design
Steel weight	750 t	521 t
Concrete volume	6300 m ³	433 m ³
Reinforcement	300 t	55 t
CO2 emission	6194 t	1610 t
CO2 reduction		74%



