

SKYENS VARME

Et datacenter-anlæg i Svanemølleverket

Forår 2022
Afgangsprogram

Askan Moltke Johansen
Studienummer 140200

Vejleder: Peter Bertram

Kunst & Arkitektur
Institut for Bygningskunst & Kultur
Det Kongelige Akademi

SKYENS VARME

Et datacenter-anlæg i Svanemølleværket

"In this context where we are no longer at the center of things, when the cultures that we produce are actually digital, these structures are akin to the grand cathedral or the great library. These are the cultural typologies of our time."

- Liam Young, Machine Landscapes, 2019

Indhold

DEL I - Projekt

<i>Afsæt</i>	<i>side 11</i>
<i>Projekt</i>	<i>side 15</i>
<i>Rumprogram</i>	<i>side 17</i>
<i>Fokus</i>	<i>side 19</i>
<i>Sted</i>	<i>side 21</i>

DEL II - Baggrund

<i>Svanemølleværket</i>	
- <i>Værkets historie</i>	<i>side 30</i>
- <i>Værkets fremtidige potentialer</i>	<i>side 38</i>

<i>Datacenteret som typologi</i>	<i>side 42</i>
- <i>Placering og sikkerhed</i>	<i>side 48</i>
- <i>Ydre fremtoning</i>	<i>side 53</i>
- <i>Organisering</i>	<i>side 55</i>
- <i>Klimabelastning</i>	<i>side 56</i>
- <i>Potentialer</i>	<i>side 60</i>

<i>Lagring i DNA</i>	<i>side 64</i>
----------------------	----------------

<i>Aflevering</i>	<i>side 69</i>
-------------------	----------------

<i>Kilder</i>	<i>side 70</i>
---------------	----------------

DEL I - Projekt



Study of Clouds, Joseph Mallord William Turner, 1822

“Today the cloud has become so naturalized in everyday life that we tend to look right through it, seeing it uncritically, if we see it at all.”

- Tung-Hui Hu, A Prehistory of the Cloud, 2015

Afsæt

Internettet er naturligt indlejret i vores daglige liv. Det er ikke længere et esoterisk fænomen, men er i stedet blevet den gængse måde, som vi interagerer med hinanden på. Online og offline er blevet sammenvævet til et symbiotisk hele: At være på Internettet er blevet accepteret som en måde at være tilstede i verden på - ikke blot et medie til at indtræde i et separeret, virtuelt domæne.

Internettet findes i ‘the cloud’. Sådan har vi fået det fortalt.

Meteorologiske skyer består af elementer i konstant bevægelse. En omskiftelig formation af vanddamp, vandkrystaller og aerosoler, som uden fast form svæver i luften. For at begribe fænomenet ontologisk, har vi har valgt at samle skyens temporale beskaffenheder i en simpel og abstrakt form: Skyen.

Dens analoge, digitale navnebror, ‘skyen’, forstår vi på samme luftige, immaterielle, amorfe måde. Som en metafor for et endeløst, usynligt, udtømmeligt, grænseløst rum uden et fysisk territorie. Selvom denne metafor giver et forførende greb om Internettets kompleksitet slører det mere end det afslører om ‘skyens’ gestaltede materialitet. Og vores forestilling om det grænseløse tillader os at glemme ‘skyens’ klimatiske og etiske problemer. Det er svært at forholde sig kritisk til et fænomen, så længe arkitekturen der huser det er usynlig.

I virkeligheden består ‘skyen’ af et planetarisk netværk af datacentre bestående af millioner af harddiske, forbundne gennem transkontinentale kabler, der slanger sig under havets overflade og gennemborer bjergkæder for tilsammen at udgøre en fiberoptisk Verdensvæv, world wide web. En overordnet, skjult instans, der udsondrer alle de tråde, vi hver for sig spinder.

Datacentrene er enorme maskinparker af kabler, batterier, generatorer, servere, routere, rør, køleanlæg og er blevet kendt som 'det 21. århundredes fabrikker'. Datacentrenes funktionelle hjerter udgøres af rækker efter rækker med tusindvis af meget hurtige, små servere. Her lagres og udveksles vores digitale sjæle og alle samfundets digitaliserede, eksterne hukommelser, arkiver og data. 'Skyen' er dog mere end blot et arkiv. Enhver person, organisations og nations digitale handlinger bliver også kategoriseret og analyseret som værdifulde enheder. Mange kritiske ydelser i samfundet - hospitaler, kraftværker, trafiksystemer, bankaktiviteter, overvågningssystemer, telenetværk, vidensnetværk - er afhængige af dem.

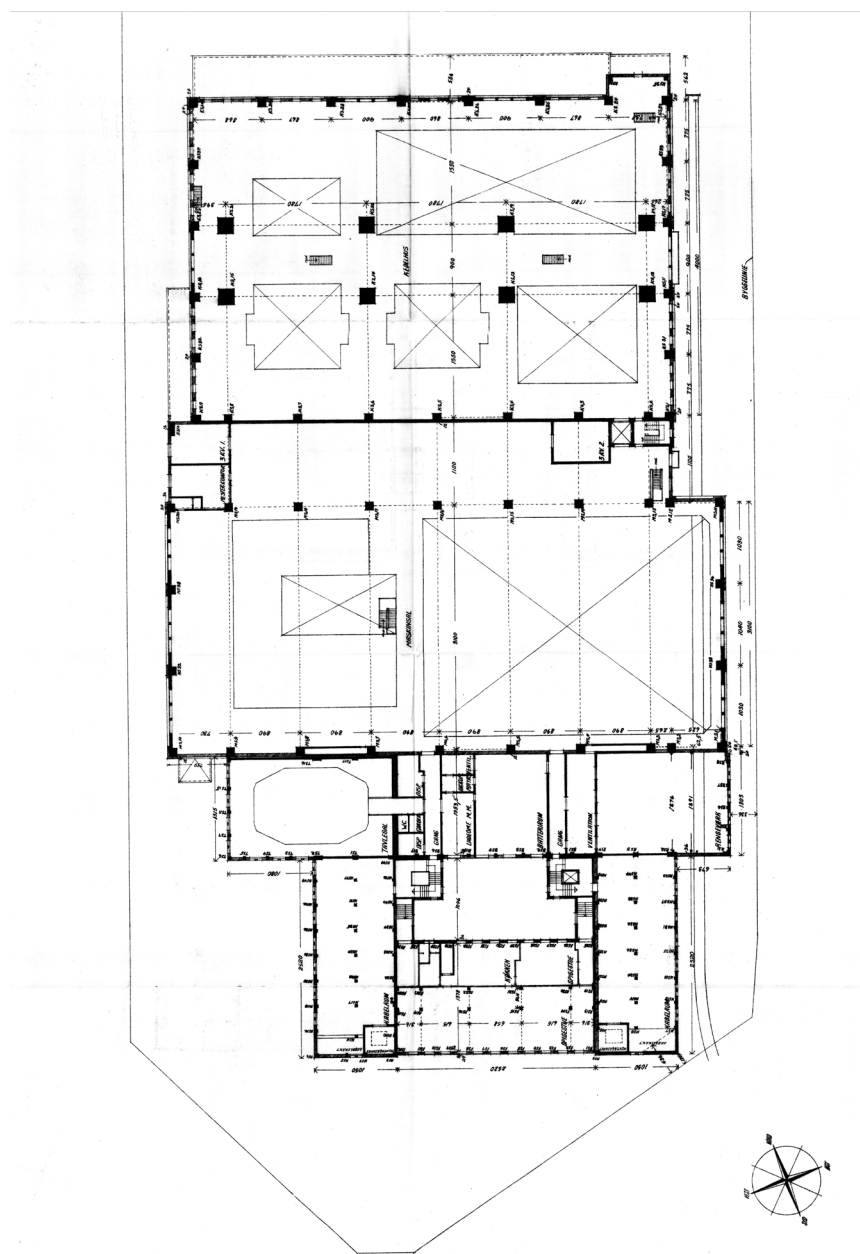
Når man først dykker ned i Internettets fysikalitet erkender man, at det omnipræsente fænomen langt fra er udtryk for en ensidig rejse i fremskridtets retning. En ulykkelig konsekvens ved vores digitale forbundethed er, at 'skyen' beror sig på en umættelig tilførsel af fysiske materialiteter for at fungere: Elektricitet, diesel, kul, silicium, aluminium, plastik, sjældne mineraler. Påvirkningen af klimaets balancer vokser i takt med den eksponentielt voksende datasult og digitalisering i samfundet. I 2025 vil datacentre opsluge alarmerende 20% af jordens samlede energiforsyning. Hertil skal man lægge de sparsomme ressourcer, der jævnlige tilføres og destrueres, når harddiskene har udtjent deres levetid og må udskiftes efter 5-10 år.

'Skyens' klimapåvirkning kan ikke ignoreres i vor tid. Det er ikke længere muligt at se småt på de store miljø- og klimamæssige kriser, som vi befinder os midt i. De stadigt mere synligt destruktive sider ved vores civilisations gøren og laden viser i øjeblikket, hvordan de selv samme handlinger, som lige nu opretholder vores tilværelser, også kan være med til at undergrave dem. Ikke bare påpeger eksperterne i FN's klimapanel, IPCC, igen og igen, at menneskeskabte klimaforandringer er en realitet, ikke spekulation; de forudsiger også, at disse har og vil få enorme og uoverskuelige konsekvenser, der med stor sandsynlighed vil være uoprettelige.

Derfor må vi ændre vores forhold til både os selv, natur og infrastruktur. For at løse jordens klimatiske krise må vi bortkaste dikotomien mellem menneske og materie, kultur og natur og det medfølgende fripas til grænseløs dominans og rovdrift i materiens vildmarker. Jo før vi erkender, at mennesket er intravenøst forbundet med de skrøbelige, planetariske økosystemer, jo før kan vi - med ny sensibilitet - begynde at tegne håbet til en ny økologisk, bæredygtig fremtid.

Et afgørende greb for arkitekten i klimakrisens tidsalder er, at udforske muligheden for transformation og gentænkning af den eksisterende bygningsmasse og infrastruktur. Det er nu, i højere grad end nogensinde før, afgørende at gentænke relationerne og samhørigheden mellem det der allerede eksisterer.

Mit afgangprojekt vil tage afsæt i en gentænkning af mennesket, den eksisterende infrastruktur og naturens forbundethed med 'skyens' materielle bo.



Plantegning kote 10.5, Svanemølleværket

Projekt

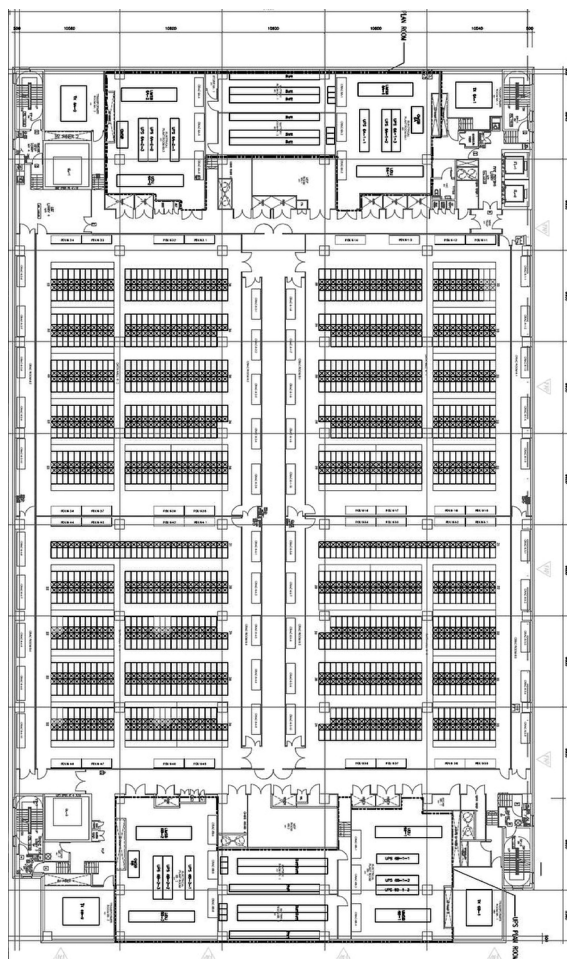
Projektets overordnede idé er, at udfordre de klima- og erkendelsesmæssige problemstillinger, som er forbundet med 'skyens' nuværende typologi. Jeg ønsker at gentænke datacentrets rolle som hukommelse og belastning af de infrastrukturelle kredsløb, og heraf udfordre hvilken arkitektur, som skal huse 'skyens' fysiske krop. Hjertet i projektet er et datacenter og en varmecentral, der udnytter 'skyens' overskudsvarme til fjernvarmeproduktion.

Anlægget knytter sig til og sammenvæves med Svanemølleværket i Nordhavn, hvor infrastrukturen til at producere og omdele fjernvarme allerede findes. Datacenteranlægget skal placeres og indtænkes, så det kommer til at danne en ny sammensat helhed med Svanemølleværkets allerede eksisterende arkitektoniske kvaliteter og infrastrukturelle egenskaber, og den nærliggende kontekst. For at udnytte Svanemølleværkets potentialer og muligheder vil projektet udspringe af en indledende analyse af bygningsværket og den nære kontekst.

Det infrastrukturelle anlæg bliver forbundet med et beplantet, grønt anlæg. Det vil bestå af en vinterhave, der fungerer som et biologisk arkiv, hvor data lagres i DNA, frø og levende planter. Haven vil udnytte datacentrets overskudsvarme som en gavnlig vækstbetingelse og samtidigt fungere som et bæredygtigt, fremtidigt alternativ til arkivering i 'skyens' energikrævende og hurtigt forgængelige servere.

Dertil vil der indgå offentlige faciliteter til formidling af arkivering, data, overskudsvarme og fjernvarme.

Projektet imødekommer FNs verdensmål nr. 7: Bæredygtig energi; nr. 9: Industri, innovation og infrastruktur; nr. 12: Ansvarligt forbrug og produktion; og nr. 13: Klimaindsats.



Plantegning, ukendt datacenter

Rumprogram

Teknisk anlæg:

Servere
Køleanlæg
Batteri-generatorer
Diesel-generatorer
Transformere
Energi-optagere
Varmepumper

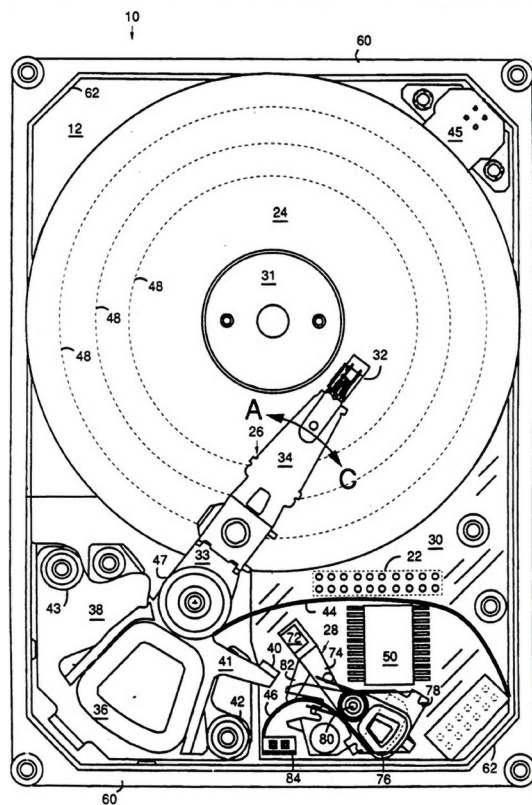
Personale:

“War room”
Kontrol-rum
Rum til destruktion af harddiske
Laboratorium (DNA)
Fællesrum

Besøgende:

Foyer
Formidlingsrum
Auditorium
Observatorium
Vinterhave
Frødepot

Listen er vejledende og skal læses med forbehold for ændringer



Plantegning, Hard Disk Drive (HDD)

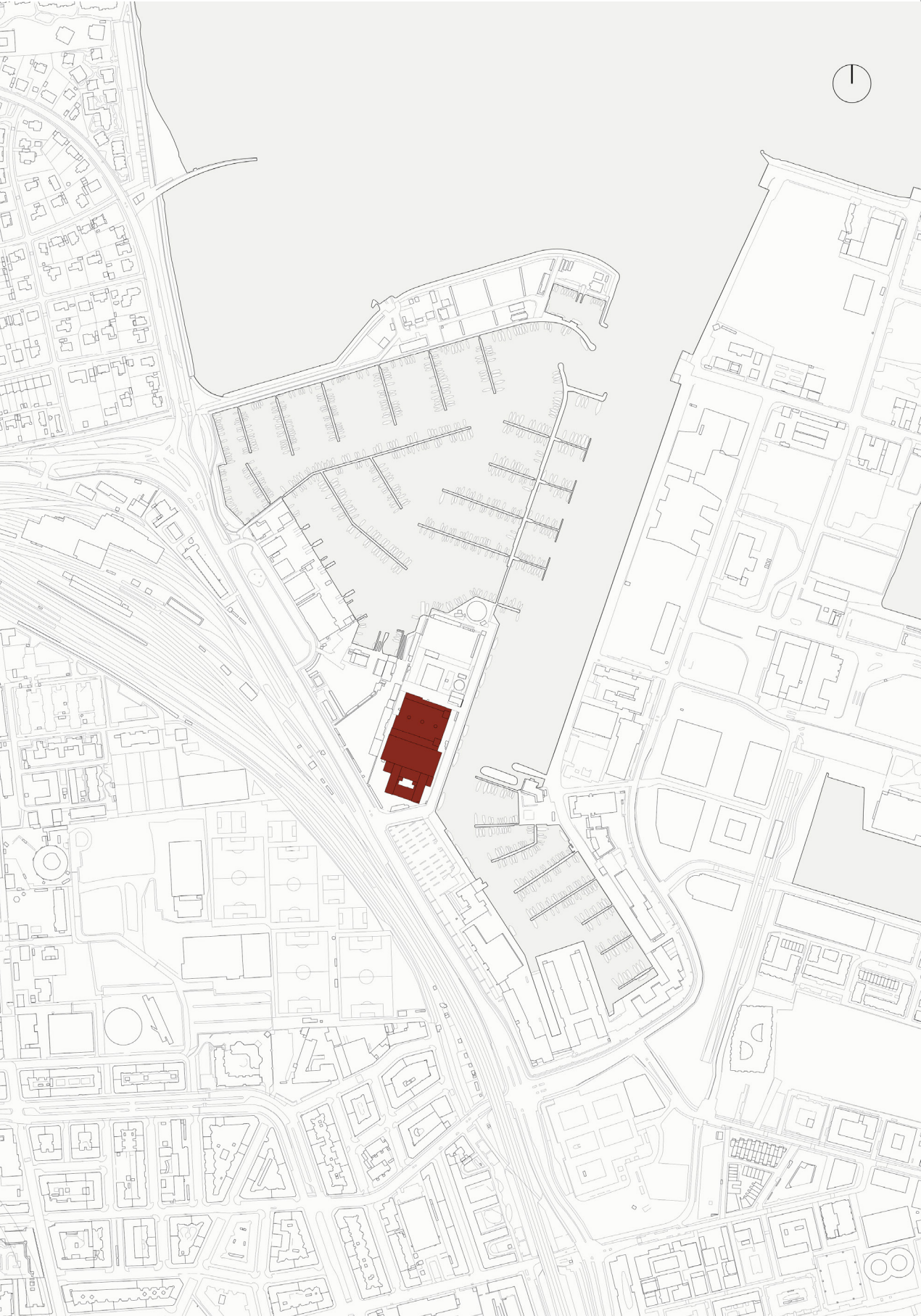
Fokus

At bearbejde 'skyen' vil tage sigte på nogle af vor tids største samfundsudfordringer: Det indbyrdes forhold mellem klimakrisen og digitaliseringen af vores samfund. Mit fokus vil ligge i de arkitektoniske spørgsmål, der rejser sig når datacentret gen- og indtænkes i den eksisterende, urbane bygningsmasse, de infrastrukturelle og økologiske kredsløb samt som fysisk tilgængeligt territorie for mennesker.

'Skyen' bør ikke kun eksistere som undvigende, uindtagelig infrastruktur, men også som et kulturelt landskab, hvor den fremadstormende, symbiotiske sameksistens mellem teknologi, mennesker og natur kan artikuleres arkitektonisk. Jeg vil undersøge, hvordan denne type af anlæg kan kvalificeres med lige dele sensibilitet overfor datacentrets maskinelle organisering og behov, og de menneskelige erkendelsesmuligheder ved oplevelsen af 'skyen'.

Med udgangspunkt i Svanemølleværkets snarlige ophør som kraftværk vil opgaven bero på en undersøgelse af, hvordan værkets eksisterende rumligheder og infrastruktur kan genoplives og sammenvæves med datacentret, varmecentralen og det biologiske arkiv i vinterhaven. Undersøgelsen vil ligge til grund for arkitektonisk bearbejdning af både værkets bygningskrop, rumlige sekvenser, en mulig addition og den nære kontekst. Sitet ansues som et felt, hvor arkitektur, infrastruktur og natur kan sammenvæves til et større, meningsfuldt hele.

En nyudgivet potentialeanalyse af Svanemølleværket peger på, at værket i fremtiden kan spille en afgørende rolle som ramme om den grønne omstilling og digitaliseringen af vores samfund. Jeg vil undersøge, om denne ambition kan understøttes af den planlagte lokalisering af Teknisk Museum i Svanemølleværket. Alternativt vil jeg undersøge, hvordan andre offentlige programmer kan tage sigte på den nødvendige oplysning og debat, når det gælder vores teknologi- og klimaforståelse.



Sted

Svanemølleværket ligger på kajen i Nordhavn, København. På tærsklen mellem by og industri, land og hav, det lokale og det globale. Værket troner over den nærliggende karrébys hustage, men afskæres fra selvsamme by af en stærkt trafikeret ringvej og af et hævet baneterræn. Østerbros tætte, organiserede bystruktur mod sydvest, og de nærliggende åbne flader i form af fodbold- og tennisbaner mod vest, har dog ikke kun en visuel forbindelse til værket. Under asfalten er Svanemølleværket forbundet til hele det nordlige København gennem et intrikat, infrastrukturelt net, hvor fjernvamevandet cirkulerer og udveksles.

Mod nordvest findes først en stor lystbådehavn med klubhuse og landpladser og senere et villakvarter, der er placeret langs vandet og den nytilkomne badestrand. Mod syd og sydøst omkranses sitet af store og mellemstore domiciler. Mod øst spejler værket sig i Nordhavn, der netop nu udvikles til en ny bydel. Området vil gå fra at være en industriel havn til en bydel med boliger og arbejdspladser til 40.000 mennesker. Efter COBEs masterplan fra 2008 vil bydelen trin for trin, metrostation efter metrostation, udvide sig løbende frem mod 2050. Svanemølleværkets tidligere udkantsplacering bliver derfor et centralt og attraktivt knudepunkt mellem det gamle København og den nye bydel, Nordhavn.

Placeringen af datacenter- og overskudsvarmeanlægget i Svanemølleværket løser et lokalt fjernvarmebehov for områdets nuværende og fremtidige beboere. Det er særlig gavnligt at placere datacenteret i en urban kontekst, da overskudsvarmen udnyttes bedst, når den opstår tættest muligt på modtageren. Svanemølleværkets eksisterende tilkobling til distributionsnettet udnyttes til at forlænge værket som industriel forsyningscentral og gør at værket kan leve op til aftalerne om fortsat fjernvarmeleverance.

'Skyens' synlige og tilgængelige tilstedeværelse i den urbane kontekst kan gøre værket til et vartegn for en bæredygtig omstilling - for både klimaet og vores digitaliserede samfund.



København før udvikling af Nordhavn, satellitfoto, COBE



København efter udvikling af Nordhavn, satellitfoto, COBE

DEL II - Baggrund



Østerbro og Nordhavn, luftfoto, 2018, foto: By og Havn



Kedelhus, Svanemølleværket, foto: Alastair Philip Wiper



Maskinsal, Svanemølleværket, foto: Alastair Philip Wiper

Svanemølleværket

Værkets historie

I begyndelsen af det forrige århundrede blev jernbanetunnellen fra Hovedbanegården til Østerport gravet ud og overskudsjorden blev deponeret i Svanemøllebugten. Opfyldningen skabte det fysiske fundament, mens Københavns Borgerrepræsentations samlede lån på 56 millioner, fra Marshall-hjælpen, skabte det økonomiske. Værket fik, som det omkringliggende område, sit navn fra en vindmølle ved navn Svanemøllen, der nedbrændte i 1892.

Arkitekten bag kraftværket, Louis Hygom, fandt sin inspiration i 1930'erne og 40'ernes USA, hvor funktionalistiske højhus- og fabriksbygninger ofte blev opført i mursten, som sammensatte kvadrater. Inspirationen ses tydeligt i Svanemølleværkets kvadratiske vinduesåbninger i facaden, der består af jernbeton med skalmuring. Svanemølleværket kendetegnes ved sit monumentale, teglbeklædte volumen og sine tre skorstene der tårner sig 100 meter over byen. Bygningen på 22.000 m², som er Danmarks største murstensbygning, er blevet knejset som en af Danmarks mest markante bygninger og et vartegn for København.

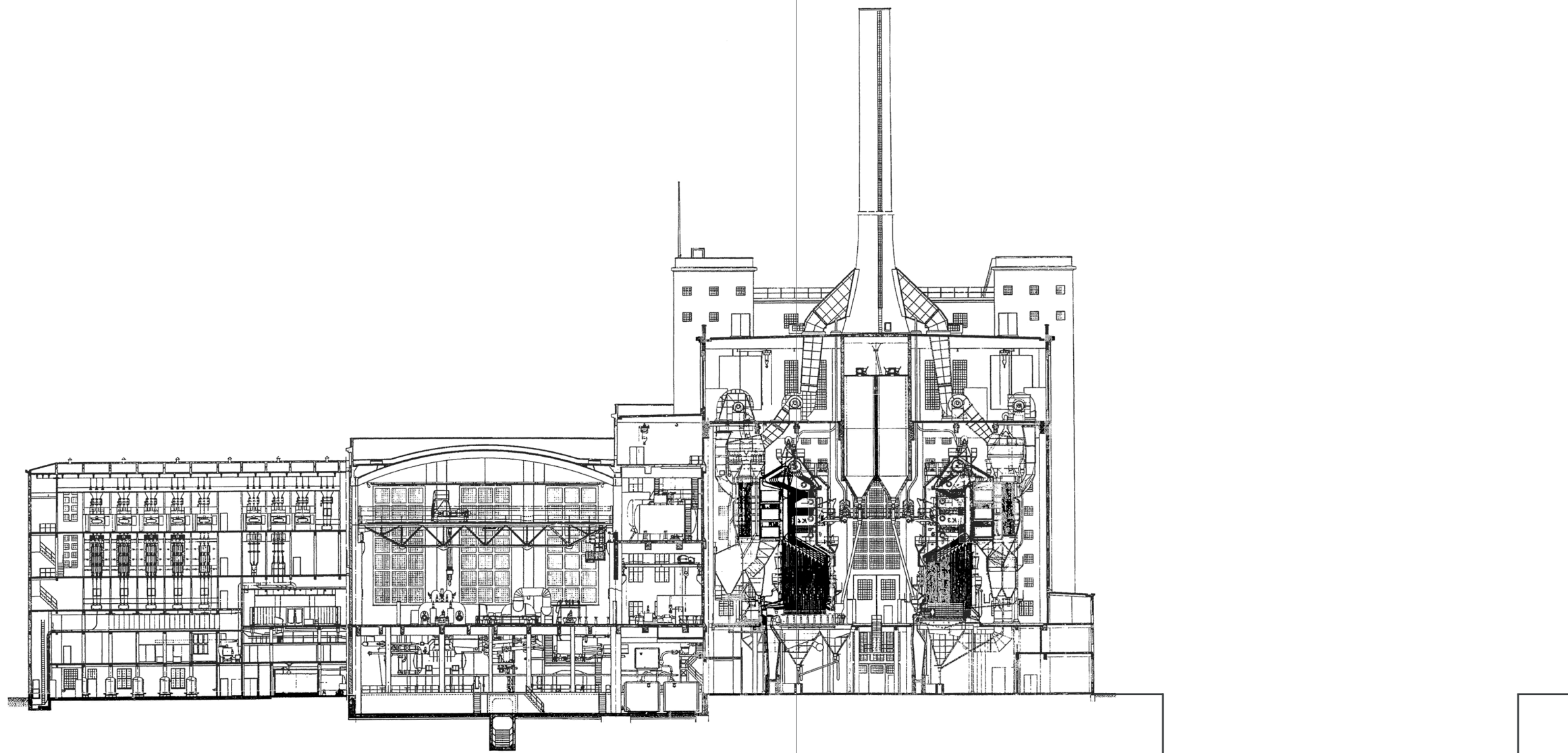
Det blev taget i brug i 1953, under efterkrigstidens industrielle opblomstring, som en reaktion på - og ønsket om - et voksende velfærdssamfund. I de første år havde værket i omegnen af 200 ansatte, hvis primære beskæftigelse var at losse de kuldampere, som kom fra Tyskland, Polen og Rusland cirka 120 gange om året. Placeringen ved vandet i Nordhavn muliggjorde, at damperne kunne læsse kullet af i en stor kulgrav i forlængelse af værkets bygningskrop. Den nære kontakt til det kolde havvand blev også udnyttet til at køle dampen fra kedelhuset ved at grave kanaler ud op langs siden af værket. I vintermånederne kunne værket brænde en hel skibsladning om dagen, og til tider resulterede det i, at store røgskyer dækkede det meste af Østerbro med et fint lag sort støv.

I 1985 blev værket, som det første, lagt om fra kul til naturgas, der kom til kedlerne via rør, der går tværs over Danmark til Nordsøen. Antallet af ansatte faldt til cirka 55 personer, som skulle holde styr på kedelrummet med dets ventiler og målere. I 65 år producerede værket strøm og varme til det nordlige København. I dag kører værket på naturgas og leverer fjernvarme til 6.000 københavnske husstande ved hjælp fra forholdsvis nye kedler fra 2007-8. Resten af produktionsanlægget er sat ud af drift og ingen faste ansatte er tilbage, da driften fjernstyres fra Avedøreværket. Som resultat står store dele af bygningen tilbage uden reel funktion.

Værkets fremtid er usikker. I 2023 går bygningsværket, som i 70 år har produceret energi og varme til København, ud af drift og overdrages til By & Havn. Der er overvejelser om at lade bygningen huse Det Tekniske Museum, som i øjeblikket ligger i Helsingør. Undersøgelser af bygningen og sonderinger hos mulige donorer vil vise, om planen kan realiseres i praksis. Hvis det lykkes vil museet optage knap halvdelen af bygningen, mens aktiviteter i de øvrige arealer skal genere det afkast, som får planen til at hænge sammen økonomisk.

Transformationen af værket til kulturelle formål ændrer dog ikke på den igangværende aftale om varmelieferancer til fjernvarmeselskaberne, som løber helt frem til 2028. Derfor må der etableres ny varmeproduktionskapacitet i Svanemølleværkets umiddelbare nærhed, hvor rørføringen til de københavnske husstande allerede findes. Den præcise placering, størrelse, kapacitet og energikilde for det kommende spidslastanlæg er endnu ikke besluttet, men det planlægges, at det nye værk har brug for et areal på 5.000 kvadratmeter. En ulykkelig konsekvens ved pladskabalen er, at sejlkubberne og den 100-årige, selvgroede sejlerkultur, som er nabo til Svanemølleværket, trues. Hovedparten af sejlkubbens landplads ønskes ændret til byggefelt for det tekniske anlæg, og det truer miljøets eksistensgrundlag.

1953



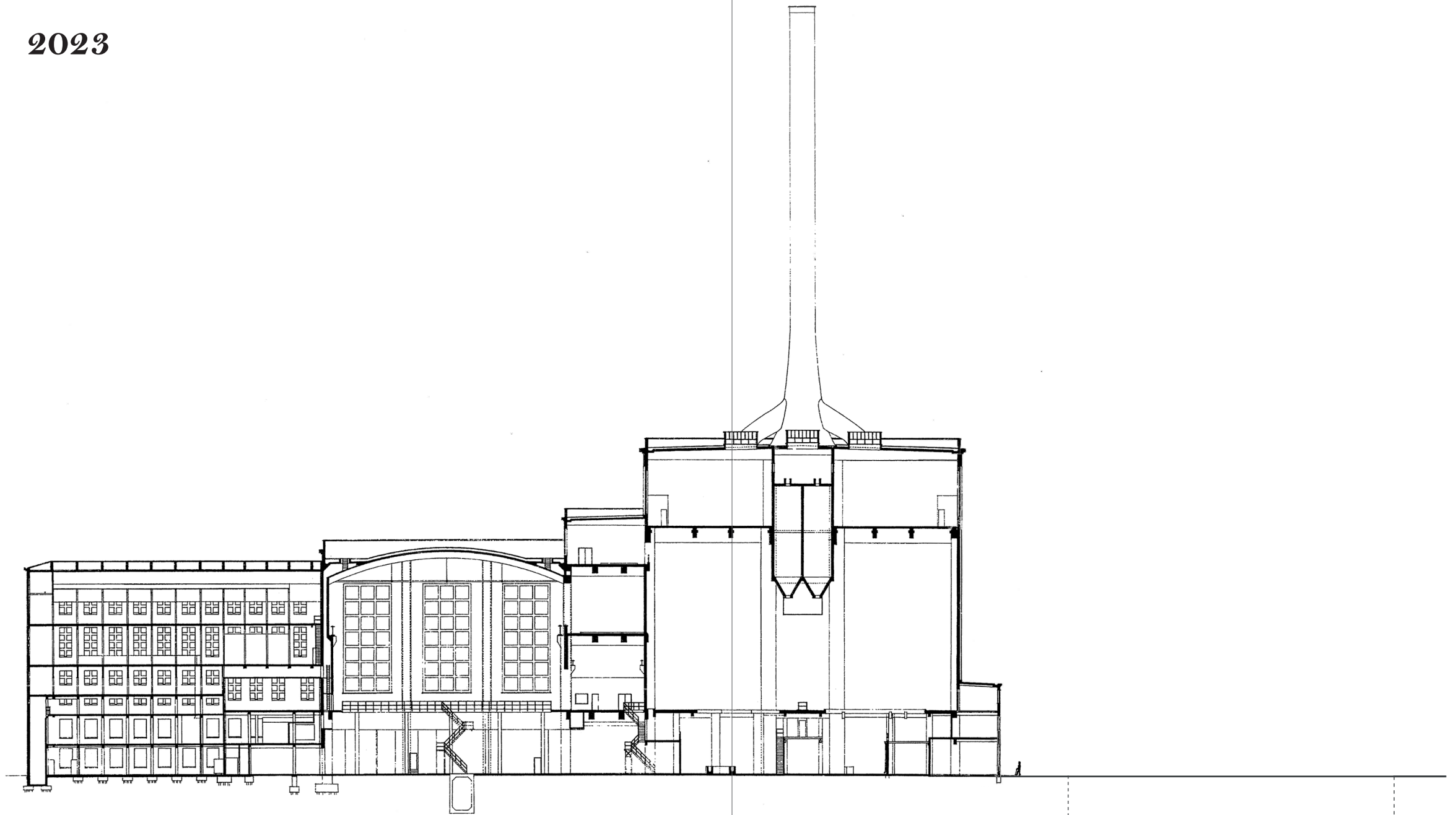
Højspændingsbygning

Maskinsal

Kedelhus

Kulgrav

2023

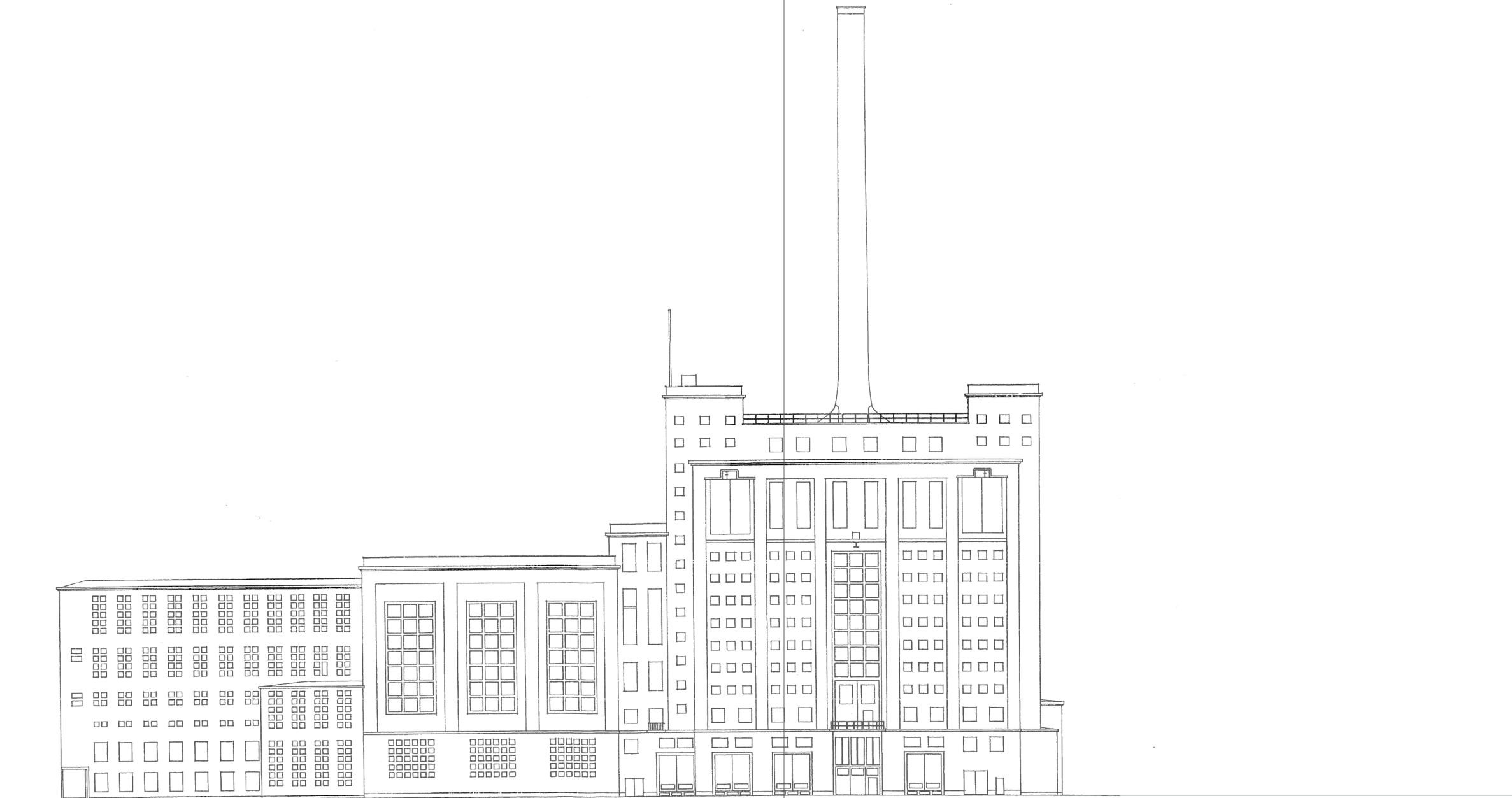


Højspændingsbygning

Maskinsal

Kedelhus

Forplads



Højspændingsbygning

Maskinsal

Kedelhus

Forplads

Værkets fremtidige potentialer

En potentialeanalyse under navnet *“Kraftværk for den grønne omstilling”*, udarbejdet på opdrag af By & Havn i 2021, har undersøgt fremtidige perspektiver for Svanemølleværket. Analysen tager udgangspunkt i, hvordan man sikrer en meningsfuld og samfundsrelevant fremtid for værket som helhed, i tråd med den igangværende byudvikling i Nordhavn, og med sigte på endnu en æra i teknologisamfundets tjeneste. Hovedspørgsmålet i undersøgelsen er om man kan transformere det gamle kraftværk fra industrisamfundet til et levende samlingssted for industriel innovationskraft, ideer, debat og oplevelser med teknologi og bæredygtighed som tema.

Rapporten konkluderer, at Svanemølleværkets rum og fysiske rammer ser ud til at være en god basis for en “hub” for teknologi og bæredygtighed, potentielt set side om side med et nyt samtidsmuseum for teknologi. Både klimakrisen og digitaliseringen af vores samfund har kolossale implikationer for fremtidens Danmark, og derfor foreslår rapporten, at Svanemølleværket kan transformeres til et samlingspunkt og kraftværk for idéer, der kan accelerere og oplyse Danmarks grønne omstilling, med teknologien som omdrejningspunkt:

“Den grønne omstilling har brug for et samlingssted, som kan forløse tværsektorielle samarbejder og tværfaglige kompetencer og bringe Danmark på omgangshøjde med de ambitiøse satsninger og udviklingsmiljøer, som netop i disse år skyder frem i mange lande omkring os. Tilsammen kan museet og hubben sætte rammerne om de visioner, strategier, politikudvikling, innovation, demokratisk debat, engagement og læring, der over de næste årtier vil være helt centrale for Danmarks omstilling til klimanation og teknologisamfund.”

Et væsentlig spørgsmål, som også rapporten stiller, er, om et museum, som program, er i stand til at forløse ønsket om, at Svanemølleværket bliver et “kraftværk for den grønne omstilling”. Teknisk Museum huser en samling af nogle af Danmarks- og verdenshistoriens helt store opfindelser, som

bestyrelsesformand for Danmarks Tekniske Museum, Jørgen Lindegaard, udtaler *“i dag ikke kan formidles eller opbevares ordentligt. Den har vi en forpligtelse til at få vist til nogle flere”*.

Følgende genstande fremhæves: II. C. Ørsteds kompas, som han brugte, da han dokumenterede elektromagnetismen. Valdemar Poulsens telegrafon fra 1898, som for første gang gjorde magnetisk lagring af lyd mulig og skabte grundlaget for alle verdens harddiske og kreditkort. Niels Bohrs instrumenter. Ellehammers flyvemaskine og de første syv legoklodser fra 1958.

På trods af samlingens internationale format er det tvivlsomt, om en udstilling af disse objekter kan accelerere og oplyse Danmarks grønne omstilling, samt tage sigte på væsentlige problematikker ved klimakrisen og digitaliseringen af vores samfund. En paneldeleger udtrykker sin bekymring i potentialeanalysen for Svanemølleværket:

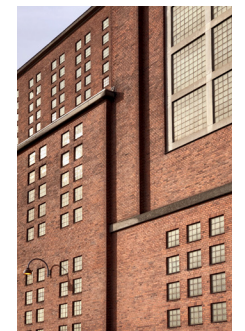
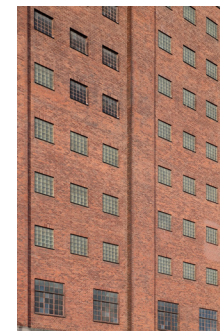
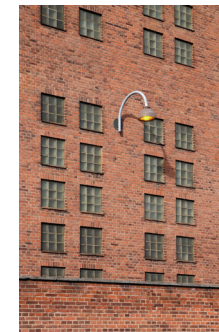
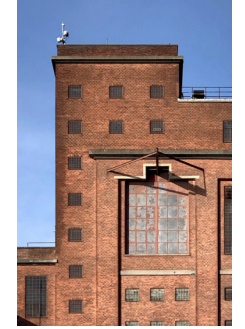
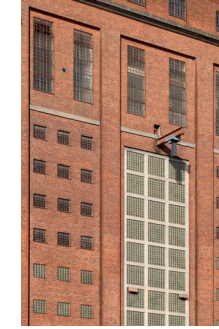
“Teknologi er ikke historie. Teknologiske museer er altid bagefter i historien og det er svært at få besøgende til at komme igen. Hvad kan museumsoplevelsen, som vores iPhone ikke kan? Museer risikerer at blive låst i den tid, de blev lavet. Man får finansiering til konstruktion og vedligeholdelse, men 10 år fremme i tiden er museet ofte outdated, fordi det sidder fast i tiden, hvor det er bygget.”

Kan en 850 millioner dyr genhusning af oplevelsesøkonomien i Svanemølleværkets maskinhaller accelerere Danmarks grønne omstilling og fordre den nødvendige oplysning, debat og læring, når det gælder teknologiforståelse? Eller findes der alternative potentialer i vor samtids vigtigste teknologi, ‘skyen’, som kan genoplive Svanemølleværkets industrielle væsen, som et grønt kraftværk for både energi, arkivering og formidling?

“Danmark befinder sig midt i to historiske omstillingsbølger: Omstillingen til klimanation samt den teknologiske og digitale revolution af vores produktionsapparat og samfundsliv - og det er en spændende ide at lade det gamle kraftværk sætte strøm til dem begge med teknologi som omdrejningspunkt”

"At a time when our collective history is digital, these blank forms are our generation's great library, our cathedral, our cultural legacy. Every era has had its own iconic architectural typology. The dream commission was once the church, Modernism had the factory and then the house; in the past decade we celebrated the decadent museum and the gallery. Now we have the data centre."

- Liam Young, Machine Landscapes, 2019

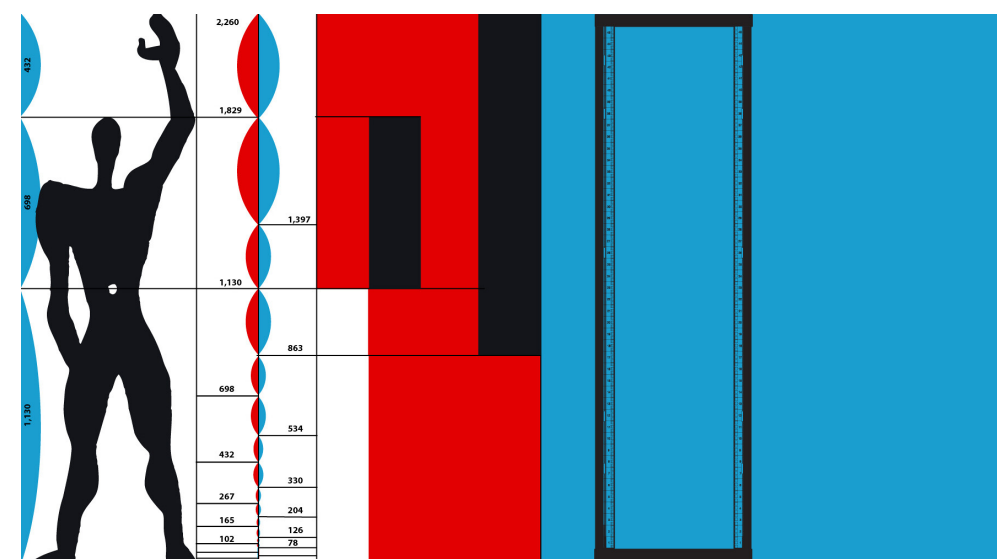


Datacenteret som typologi

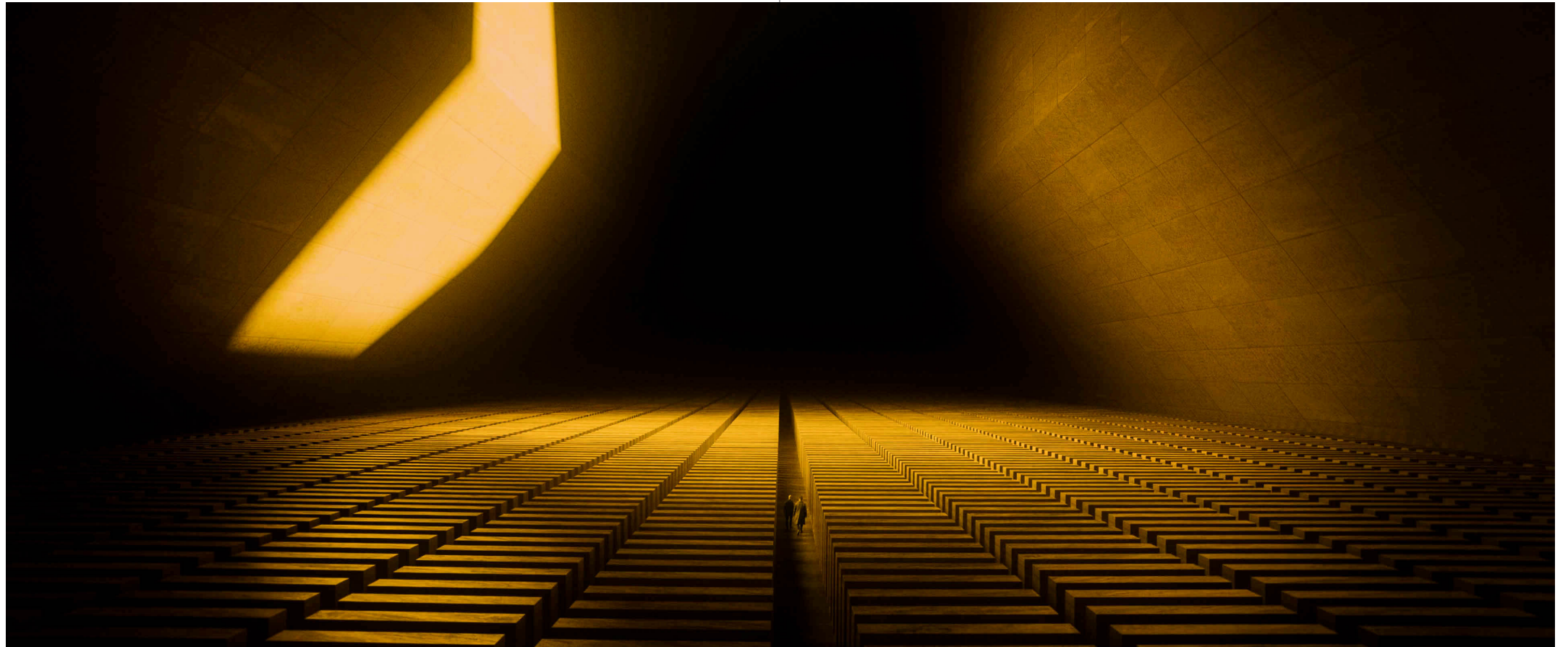
'Skyen' svæver ikke rundt i atmosfæren. Dens fysiske bolig findes her på jorden i datacenteret. Det har som typologi eksisteret siden 1990'erne, men deres udbredelse og størrelse er vokset markant de sidste ti år. I dag uploades 24.000 gigabytes til Internettet hvert sekund og stigningen vokser eksponentielt. Faktisk er 90% af hele jordens data genereret inden for de sidste to år og den totale sum af data fordobles cirka hvert 2. år.

Datacentrets rolle som et sammenfiltret, transkontinentalt og eksponentielt voksende arkiv er med til at gøre det arkitektonisk interessant. Alt der sker online, samt i hele spektret af menneske-maskine-relaterede handlinger, er afhængigt af datacentrenes industrielle arkitektur. Her lagres, hentes, analyseres, komprimeres, beskyttes, overvåges, kortlægges, udnyttes vores digitale eksistenser i en evig cyklus. På trods af Internettets signifikans i vores dagligdag og samfund er datacenteret som typologi et relativt udforsket fænomen blandt arkitekter. Hvad er de materielle og rumlige konsekvenser af vores dataproduktion og -forbrug?

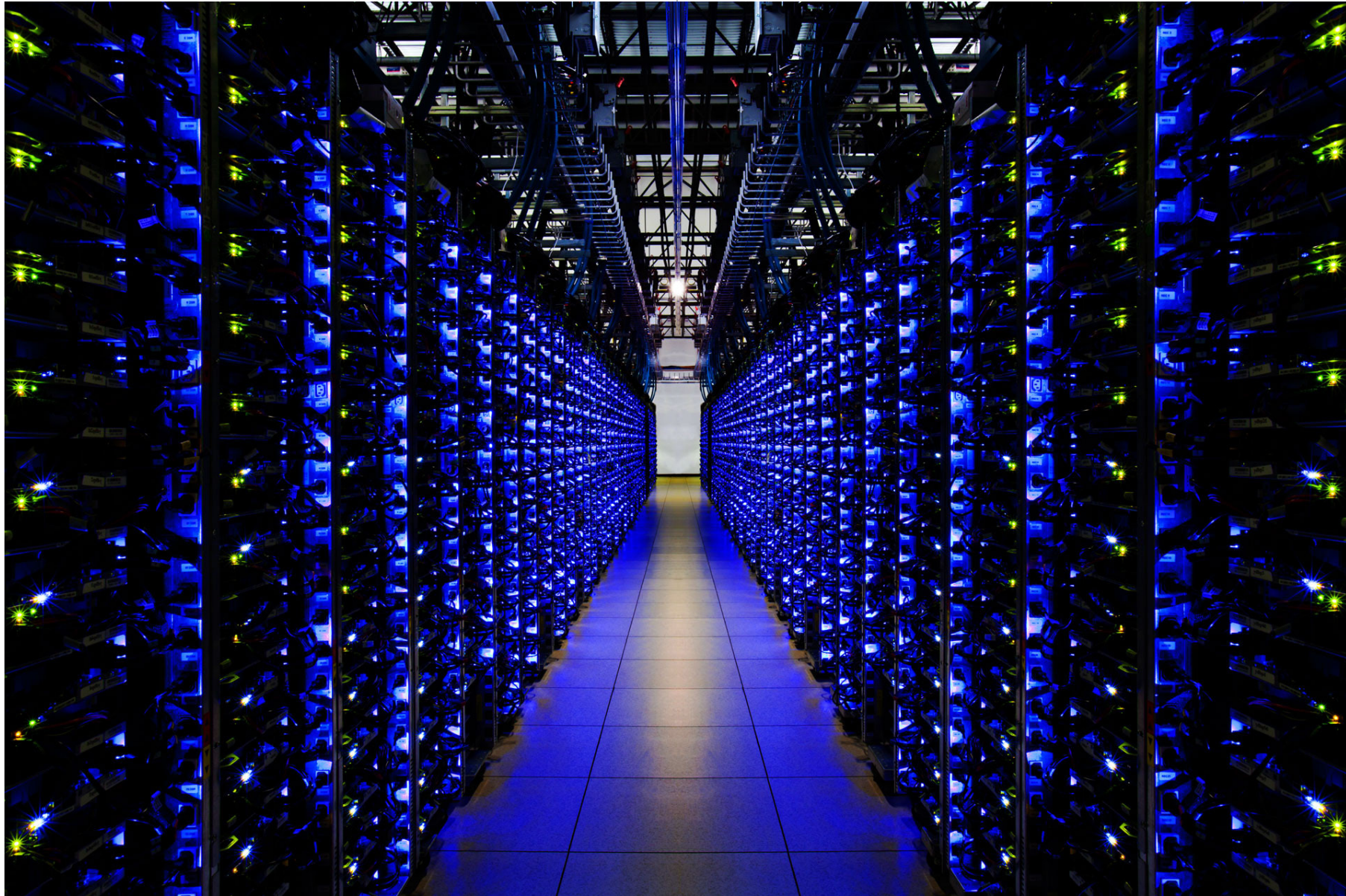
Datacentrets maskinelle hovedrum, med endeløse rækker af serverstakke, kan fremstå fjernt fra rum tegnet efter konventionelle menneskecentrerede behov. De overordnede proportioner, skala og organiseringen udspringer ikke fra menneskekroppen, selvom gangenes bredde og serverreolernes højde (der svarer præcist til højden på Le Corbusiers idealiserede Modulor-mand) peger på at mennesket stadig spiller en rolle. I stedet er det maskinerne, der bebor disse rum, som primært definerer de arkitektoniske og klimatiske parametre som proportioner, skala, materialitet, lys/mørke, temperatur, luftfugtighed, støj. Dette skift i vægning af designparametre fra menneskets til servernes behov og komfort kan pege på, at datacentre er forløbere for en ny æstetik og formgivningsbevægelse, en ny type menneskeforladt, post-antropocæn arkitektur.



Modulor vs. serverreol, OMA



Arkiv, Blade Runner 2049, screen dump



Google datacenter, Connie Zhou, 2012

Placering og sikkerhed

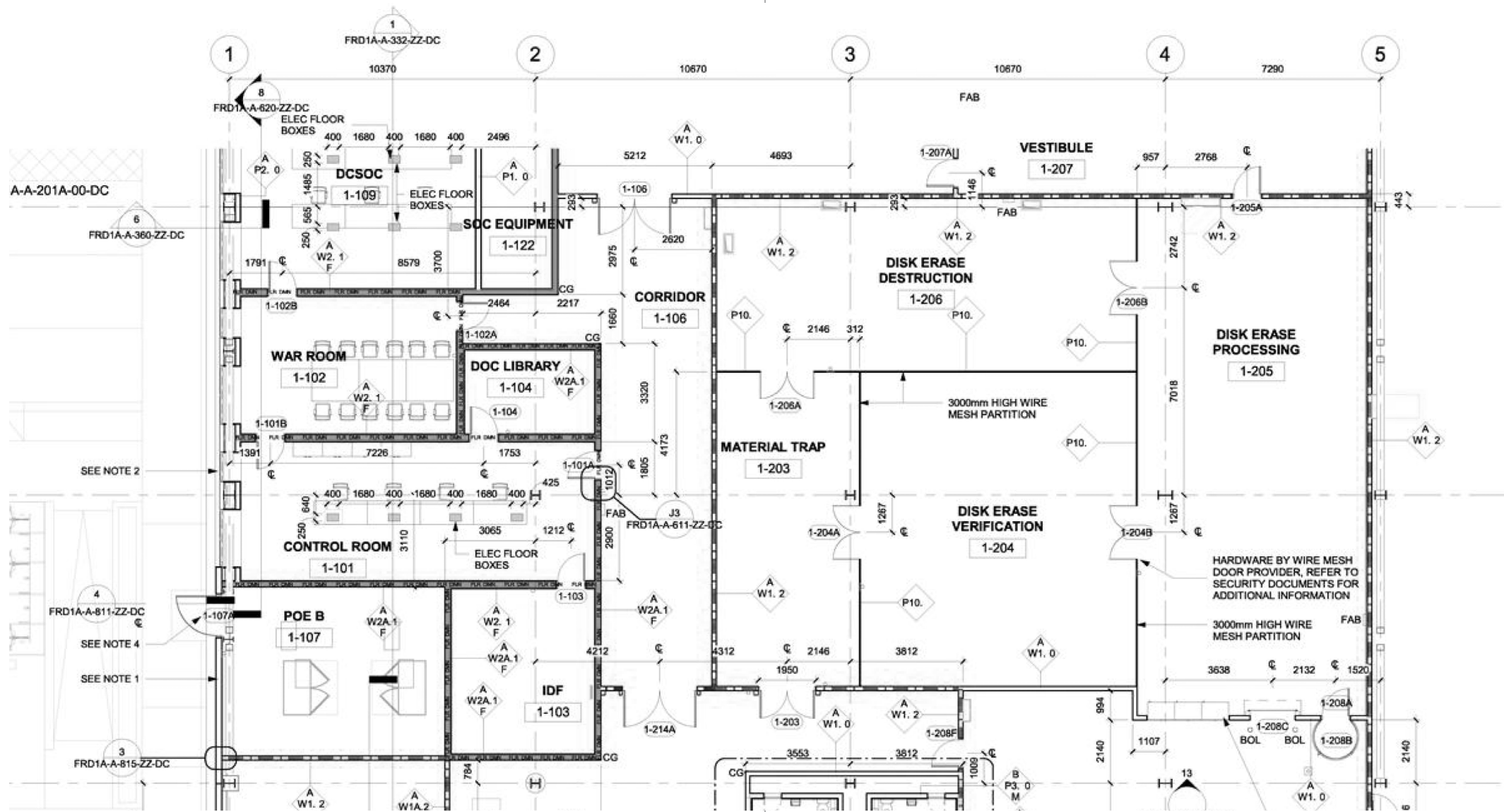
Datacentre skaber et spændende paradox. På den ene side baserer de sig på forbundethed med det globale netværk af kabler, der tilsammen udgør Internettets rygrad. På den anden side er de ofte isolerede, utilgængelige højsikkerhedsbygninger.

Datacentre placeres strategisk på steder med stor stabilitet. Derfor findes de ofte i isolerede landområder, hvor grundpriserne er billige og tilgang til energinettet optimal. Placeringen bygger på en yderligere risikovurdering af potentielle klimatiske (orkaner), geologiske (jordskælv), politiske og religiøse (terror), juridiske (regulationer) og menneskelige (ulovlig indtrængen) farer. Fysisk og digital sikkerhed er tæt knyttet. Det er en af grundene til, at Danmark er blevet et attraktivt sted at placere de store datacentre. I 2020 blev Danmark udnævnt til det bedste sted at placere datacentre, og det skyldes foruden den sikkerhedsmæssige stabilitet også forsyningssikkerheden, tilgangen til vedvarende energi, og den direkte forbindelse til USA gennem det 15.000 km lange fiberoptiske kabel 'Ea-1/AEC-2'. Også nærheden til det kolde hav, som kan benyttes i datacentrenes kølesystemer er en fordelagtig forudsætning for placering af datacentre i Norden. Inden for de sidste par år har Apple, Google og Facebook bygget *hyperscale* datacentre i Danmark, strategisk placeret efter elnettets knudepunkter. Microsoft planlægger at bygge tre nye på Sjælland.

Der findes overlap mellem den digitale skys infrastrukturelle krop og ældre netværk, som transatlantiske telefonkabler, jernbaneskiner, kloaksystemer og sågar militær infrastruktur som f.eks. den punktvisse placering af bunkere fra 2. verdenskrig og senere den kolde krig. Den indbyggede redundans og ekstreme fokus på sikkerhed kan ses som en arkitektonisk kropsliggørelse af en konstant frygt for ulykker, der kan true 'skyens' velbefindende.

"Put another way, the reason data centers have reappeared as bunkers commanding a specific territory rests on the supposed need to "protect" the Internet from the Other. Yes these criminals are typically spammers or cyber thieves, and there is no technical basis for using buildings that were originally built to defend against chemical weapons or an invasion by Soviet tanks to defend against cyberattacks; a few dollars invested in faster encryption technology would be far more effective."

- Tung-Hui Hu, A Prehistory of the Cloud, 2015



*“WAR ROOM,” “CONTROL ROOM,” “DISK ERASE DESTRUCTION.”
 Spor fra den kolde krigs paranoia og sikkerhedsfokus hjem søger ‘skyens’ arkitektur.*

Google datacenter, Fredericia, byggesagsarkiv.



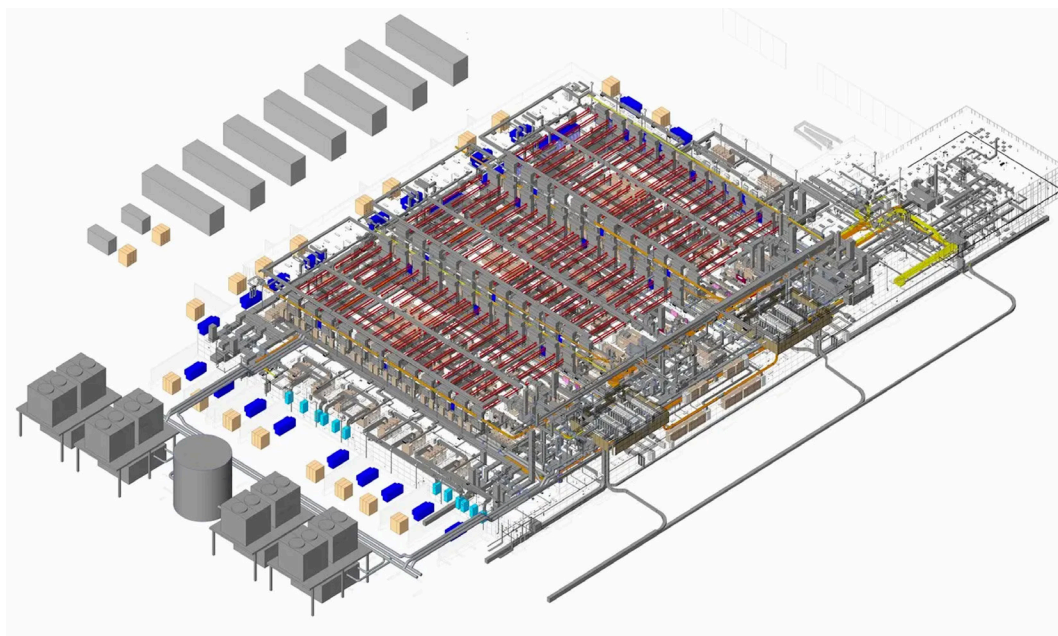
Google datacenter, Fredericia

Ydre fremtoning

'Skyen' huses ofte i prunkløse bygningskroppe med lukkede, glatte facader. Den fysiske membran, der adskiller det indre og det ydre i datacentre, adskiller sig fra konventionel, menneskecentreret arkitektur. De bærer ingen meningsfulde udtryk eller åbninger i klimaskærmen, der peger på menneskelig brug og behov.

De tegn, vi normalt benytter til at aflæse og navigere i bygninger, som vinduer og døre, er ikke til stede. Det hemmelighedsfulde ydre placerer datacentre i samme visuelle kategori, som andre infrastrukturelle beholdere, eksempelvis militærhangarer og lagerbygninger. Det tilknappe ydre afslører intet om det indre - andet end at det indre kan og skal beskyttes. De er utvetydigt introverte mod deres omverden og ofte stærkt befæstede med op til "seks lag sikkerhed".

Datacentres fokus på servernes behov for mørke og kulde har affødt en ny type tærskel mellem inde og ude, som bygger på forsegling fremfor osmose. De er, nærmere end at være indhyllet i en klimaskærm, omkranset af et infrastrukturelt, klimajusterende system. Som resultat er det ofte interiore verden med farverige, blinkende servere som dominerer vores billede af datacentre, og ikke den ydre bygningskrop. Datacentres indre er blevet beskrevet som et slags klimatisk eksteriør på grund af interiørets ofte enorme skala og justerede klima .



Datacenter diagram, Hostdens.com

Organisering

Den indre organisering udspringer fra selve kernen i datacentrene: Serverne, hvor dataen lagres. De stakkes i reolenheder, som består af standardiserede, rektangulære stålrammer, der som standard er 600 mm bredde, 1067 mm dybe og 2210 mm høje. De hviler på et gulv, som svæver ovenpå en spinkel stålstruktur, så elektriske kabler og ventilationskanaler kan organiseres uhindret både under og over dem. Serverreolerne arrangeres på lange rækker og typisk i et gridsystem med mellemrum imellem sig, så de kan tilgås af teknikere. Dette centrale sted i bygningen kaldes data-gulvet eller 'white space'. Et datacenters design tager udgangspunkt i disse modulsystemer i dets indre og herefter tegnes resten af anlægget rundt om.

Flere hundrede meter af rør og kabler opretholder datacentrenes digitale beboere med elektricitet, nedkølede vand og ventileret luft. Rum fulde af ventilationsskakte, pumpestationer, kontrolstationer og nødgenerators omkranser de egentlige serverrum. Batterirum og dieselgenerators (betegnet data-ladere) fungerer som et backupsystem, som kan slå til i tilfælde af strømsvigt fra elnettet. Backupsystemerne kan enten placeres i samme bygning eller i tilstødende, selvstændige bygninger. Overordnet er infrastrukturen bygget, så de kan tilbyde og vedligeholde 99.9% tilgængelighed for enhver pris.

Man har etableret en såkaldt uafbrydelig energiforsyning. Disse essentielle livslinjer krystalliserer et afgørende karakteristika ved 'skyen': Et datacenter er en maskine med indbygget redundans, designet til aldrig at stoppe. Uafbrudt tilgængelighed er den primære kvalitet. Serverne afgiver meget høj varme, og skal derfor konstant nedkøles. Hvis ikke servernes habitat er kontinuerligt forsynet med energi til at stabilisere de klimatiske forhold, ville selv det mindste udsving resultere i overophedede servere. Brand ville i værste fald følge.

Klimabelastning

Datacentre bygges for at understøtte vores digitaliserede virkelighed, men på samme tid udgør de en væsentlig klimamæssig trussel for klodens fremtid. De 4,1 milliarder brugere af 'skyen' beror sig på den 190 milliarder dollar store industri og infrastruktur, som ejes af store virksomheder som Amazon, Microsoft, Sony, Facebook, Apple og Google.

Efter sigende er der mere end 3 millioner datacentre i varierende størrelse i verden i dag, og de står for 3% af det globale energiforbrug (416 terawatt, 1,7 milliarder ton CO₂ årligt). Forbruget forventes fordoblet hvert 4. år. Der findes flere måder at oversætte dette ubegribelige tal til mere forståelige termer:

- Datacentrene udleder mere CO₂ end verdens samlede flytrafik (også før covid-19 indtraf).
- Datacentrenes energiforbrug er 40% større end Storbritanniens samlede energiforbrug.
- Netflix årlige strømforbrug er stort nok til at dække 40.000 amerikanske husstande med el i et år.
- Hvis man samlede alle datacentre og betragtede dem som et land ville de være den 11. mest energi-forbrugende nation i verden.

De fleste datacentre på verdensplan benytter stadig elektricitet udledt af fossile brændstoffer, men i de seneste par år er flere hyperskalacentre blevet placeret på steder med disponibel, vedvarende energi og i kolde klimaer, hvor behovet for at nedkøle serverne reduceres. I 2030 ønsker flere af de store tech-giganter at bero sig 100% på vedvarende energi. Derfor ses Danmark som et forjættet land til placering af datacentre. Men selvom ambitionen om at drive datacentrene med grøn energi er et skridt i den rigtige retning, er det glubske energiforbrug stadig en udfordring for samfundet og klimaet.

Ét *hyperscale* datacenter, som dem der for nyligt er bygget i Danmark, har et elforbrug på 4% af det samlede danske elforbrug. Skal datacentrene forsynes med grøn strøm, vil det i 2030 koste samfundet 400 millioner kroner om året blandt andet til opførsel af nye vindmølleparker.

I øerudover er datacentrens indbyggede redundans, backup-systemer og store driftmæssige energispild en stadig uløst udfordring - selvom energitilførslen baseres på vedvarende energi. New York Times har efter årelange undersøgelser fremlagt dokumentation for, at datacentre spilder 90% eller mere af den energi de trækker fra energinettet.

Det ineffektive energiforbrug bygger på et symbiotisk forhold mellem brugere af 'skyen', der forventer øjeblikkelig adgang til det de vil tilgå, og tech-virksomhederne, som risikerer deres forretningsgrundlag, hvis de ikke kan leve op til dette utålmodige krav. Derfor kører alle serverne på fuld skrue døgnet rundt uanset hvor ofte de tilgås. Vi forventer at kunne finde og læse en ti år gammel email samme sekund vi klikker med musen. Foruden de evigt summende servere bruges den enorme energitilførsel på nedkøling, luftcirkulation og vedligeholdelse af batteri-backups.

"Når vi har været dårlige til at forholde os til den nye informationsteknologis materielle side - servere, kabler og miljøaftryk - hænger det sammen med kommunikationens særstatus i den menneskelige bevidsthed. Mange vil sige, at det er det, at vi kommunikerer, der gør os til mennesker. Derfor har vores opfattelse af kommunikation en idealistisk slagside, som blokerer for, at vi kan forstå kommunikation som noget materielt."

- Mikkel Fugl Eskjær, *Information*, 2020



Destruktion af harddiske



Destruerede harddiske

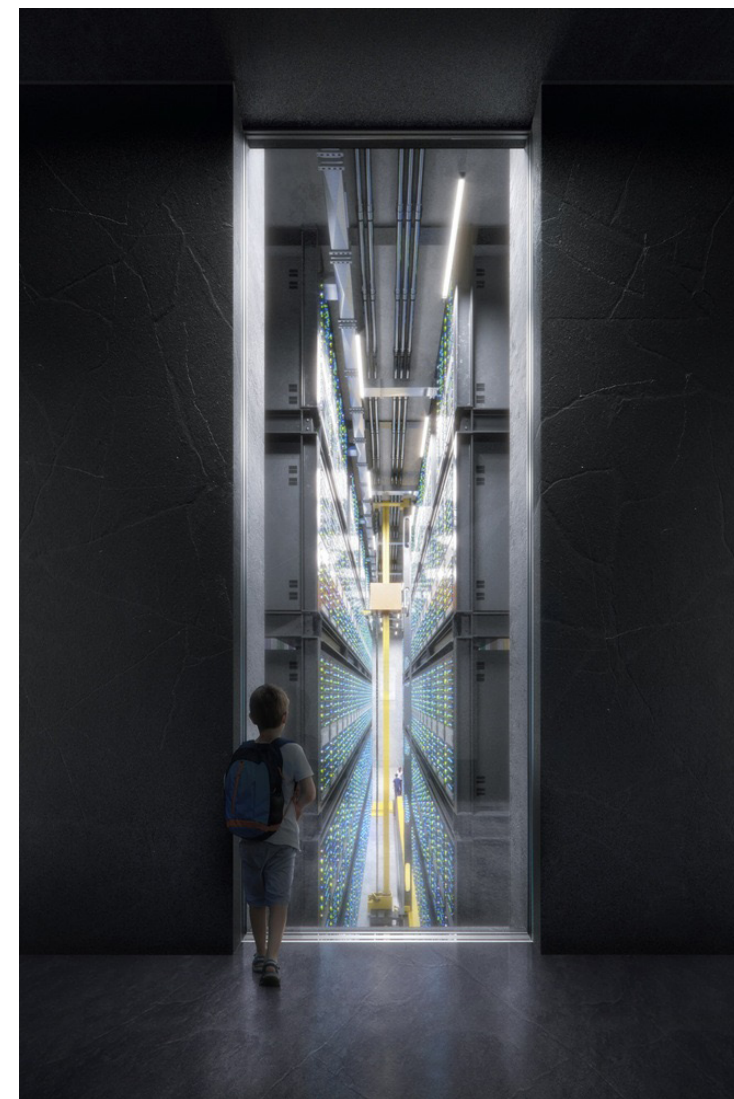
Potentialer

Ulempen ved ikke at være bruger af 'skyen' synes svær at tolerere. Derfor findes der et potentiale til at øge 'skyens' fysiske tilstedeværelse i samfundet - ikke som en undvigende infrastruktur, men som et tilgængelige/synligt rum, der fortjener og kræver vores opmærksomhed. Historisk set har store teknologiske landvindinger, trykpressen, dampmaskinen m.fl., også været en katalysator for nye arkitektoniske rum: Biblioteket, fabrikken, banegården. Ofte udformet efter skønhedsideal og arkitektens potentiale til at signalere signifikans i samfundet.

Vor tids paradigmeskiftende teknologi, Internettet, indeholder også et arkitektonisk potentiale til at rette op på det basale misforhold mellem idéen om 'skyen' og den fysiske virkelighed der ligger bag. Hvorfor synliggør vi ikke denne (nærmest) magiske og essentielle infrastruktur som fysiske monumenter for vor tids digitaliserede tilværelse? Hvad ville der ske, hvis man udfordrede typologiens nuværende kendetegn ved at genintroducere menneskekroppen og udfordre maskinlandskabernes synlighed og tilgængelighed?

"At the moment when our collective history is digital, the data center is becoming one of our most significant cultural typologies."
- Rem Koolhaas, 2019

I forbindelse med en udstilling på Guggenheim-museet i New York udforskede Rem Koolhaas måder, hvorpå arkitekter kan engagere sig i denne nye typologi gennem kulturelle programmer og ved at skabe tilgængelighed for de mennesker, den ellers ekskluderer. Han argumenterer for, at datacentre og radikale kombinationer af nye teknologier i nye kontekster kan skabe en stimulerende revitalisering af eksempelvis museumsoplevelsen. Individuelle besøgende, med individuelle ønsker, vil kunne se museet mere som et arkiv af ting end et sted, hvor kuratorens greb dominerer kunstopplevelsen. Dette ville skabe offentlig aktivitet i en kulturel institution, hvor den fremadstormede sameksistens mellem teknologi og mennesker ville blive artikulert i en kunstnerisk kontekst.

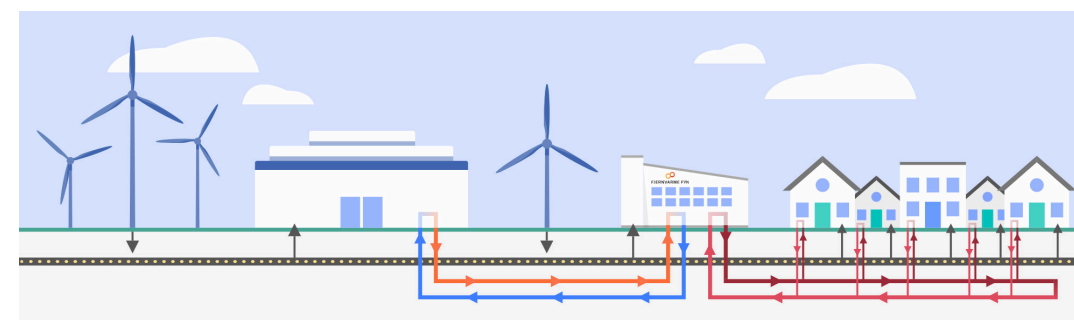


"The Spark", Snøhetta

Også den norske tegnestue Snøhetta har udfordret datacentrenes typologi. Den bærende grundidé i projektet "The Spark" er, at datacentre skal fungere som krop og hjerne for fremtidige byer. Ijernen repræsenterer lagringen af data og kroppen repræsenterer datacentrets cirkulære energikoncept. Idéen adresserer problemet ved datacentrenes enorme energiforbrug og foreslår at transformere spildenergien, i form af overskudsvarme, til en ressource for samfundet. Dertil er 'skyens' afsides lokation i landområderne udskiftet med en urban kontekst, hvor overskudsvarmen vil opvarme skoler, lejligheder, sportsfaciliteter og hospitaler. Varmen der generes i datacentre repræsenterer en enorm, uudnyttet energikilde. Ved at tappe energien, der ellers går tabt, vil datacentrenes samlede energiforbrug reduceres med 40% og samtidig give datacentrene en bæredygtig berettigelse i en urban kontekst.

Denne idé er for første gang i Danmark blevet realiseret af Fjernvarme Fyn, som har bygget en varmecentral ved siden af Facebooks datacenter. I dag producerer varmecentralen fjernvarme til 11.000 husstande i nærområdet ved at bruge overskudsvarmen fra datacentret. Varmecentralen består af el-drevne varmepumper, der er forbundet til datacentrets serverhaller. Koldt vand opvarmes af serverne og ledes ind i pumperne, hvor det varmes yderligere før det sendes ud til forbrugerne. Det kolde vand cirkulerer tilbage til varmecentralen og videre ind til serverne, hvor det hjælper med at skabe de rette, kølige betingelser for serverne - før det igen varmes op af deres drift. På den måde cirkulerer vandet gennem både vores hjem og digitale liv, og forsyner os med varme på en og samme tid.

'Skyen' er rig på oplevelser, erkendelser og uudnyttede energiressourcer, der kan hjælpe den bæredygtige omstilling. Datacentre kan blive sublime monumenter, fordi de rummer en kortlægning og arkivering af vores tid, selvforståelse og teknologiske udvikling. Derfor har typologien flere iboende potentialer for arkitektonisk nytænkning. Både som kulturelle landskaber med nyskabende tilgange til teknologi og arkivering, og som en utappet energikilde, der ellers ville gå til spilde.



Overskudsvarme fra datacenter til fjernvarme, Fjernvarme Fyn

Lagring i DNA

“We want to change the way humans consider nature and technology. Can technology become a living organism in a wider ecosystem of the Earth? Can we shift from models of technology that exploit the Earth’s resources, to regenerative models?”

- Cyrus Clark, *Grow Your Own Cloud*

Vor tid er præget af en ekstensiv, digital arkiveringskultur. Vi eksternaliserer mere og mere information, viden og personlige minder af forskellig karakter. I dag har ‘skyen’ afløst disketten, dvd’en og i nogen grad lokale harddiske til at imødekomme vores evigt voksende ønske om at arkivere. Den digitale sky har med sin indbyggede immaterielle, grænseløse metafor præsenteret sig for os som et nyt håb. Men harddiskenes korte levetid, store pladsbehov og foruroligende klimabelastning repræsenterer et arkiveringsmæssigt problem i hvad man kan beskrive som et database-kompleks. Hvordan kan vi stille vores civilisations voksende datasult i en tidsalder, hvor vi er nødsaget til at gentænke vores forhold til naturen og udnyttelse af dens ressourcer?

Ny forskning indenfor arkivering i syntetisk DNA fremkalder spændende potentialer for klimavenlig og tidsbestandig arkivering. I 2013 lykkedes det et hold af forskere og videnskabsmænd fra *The European Bioinformatics Institute (EBI)*, i Storbritannien, at indkode blandt andet alle Shakespeares 154 sonetter i DNA. Ifølge forskerholdet vil det være relativt enkelt at opskalere projektet. Metoden er markant mere kompakt og holdbar i forhold til nuværende lagringsmedier som harddiske eller magnetbånd. Eksempelvis nævnes det i en *Nature*-artikel, at alle 90 petabyte data fra partikelgeneratoren CERN ville kunne indkodes i 41 gram DNA. Denne type arkivering vil sikre en levetid på flere tusinde år, hvis det bliver arkiveret under de rette forhold.

Teknologien fungerer ved at lade et computerprogram oversætte de mange 0- og 1-taller, som alle digitale arkiver består af, til de byggesten, som alt levende liv består af i DNA-molekuler: adenin (A), thymin (T), guanin (G) og cytosin (C). Herved kan ethvert digitalt medie bygges på som syntetisk DNA ved hjælp af en teknologi, der forventes at kunne omkalfatre vores måde at lagre arkiver for eftertiden på.

I 2015 lykkedes det videre at placere et syntetisk DNA i en levende plante. Forskeren Karin Ljubic Fister fra University Medical Centre Maribor i Slovenien overførte sætningen *“HELLO WORLD”* til en levende tobaksplante ved at indkode syntetisk DNA i planten med en bakterie. Nye blade på planten og dens frø havde ligeledes sætningen indkodet i deres DNA. For første gang var det lykkedes at lagre digitale data i en multicellulær, eukaryotisk organisme.

Forsøgene har lagt grundstenen for nye forskningsenheder støttet af blandt andet Microsoft og det amerikanske statsapparat. Forskerne forudser, at teknologien til både at indskrive og afkode syntetisk DNA i bredere, samfundsmæssig forstand vil være finansielt rentabel og teknologisk mulig inden for 10-15 år.

Ikke alene vil arkivering i levende planters DNA være et bæredygtigt og pladsbesparende alternativ til arkivering i datacentre. Det vil også skabe en helt ny håndgribelig oplevelse af hvordan vi kan arkivere, vedligeholde, tilgå og dele arkiverede medier:

“Imagine walking through a park that is actually a library, every plant, flower and shrub full of archived information. You sit down on a bench, touch your handheld DNA reader to a leaf and listen to the Rolling Stones directly from it, or choose a novel or watch a documentary amid the greenery.”

- Karin Ljubic Fister



Memory Facility, Blade Runner 2049, screen dump



Aflevering

Model

Modelstudier
Snitmodel 1:100
Samlet anlæg 1:200
Skitsemodeller 1:500
Situationsmodel 1:2000

Tegning

Udvalgte situationer 1:20

Plan 1:100
Snit 1:100
Opstalt 1:100
Situationsplan 1:1000

Rumlige visualiseringer

Katalog

Listen er vejledende og skal læses med forbehold for ændringer

Kilder

Litteratur

Dommann, Monika (m.fl.). *Data Centers - Edges of a Wired Nation*. Zurich. Lars Müller Publishers, 2020.

Hu, Tung-Hui. *A Prehistory of the Cloud*. Massachusetts. MIT Press, 2015

Koerner, Natalie. *Towards the Meteorological*. Copenhagen. Det Kgl. Akademi, 2019.

Young, Liam (red.). *Machine Landscapes*. London. Artmedia, 2019.

Rapporter

By & Havn: *Kraftværk for den grønne omstilling*, 2021.

Bygnings- og udviklingsfondet DTM 4.0: *Fremtiden er teknologisk!*, 2020.

Ørsted: *Svanemølleværket - Varme til København*, 2021.

Hjemmesider

COBE: *Nordhavn*

<https://cobe.dk/place/nordhavn>

Danfoss: *Data center power consumption*

<https://www.danfoss.com/en/about-danfoss/insights-for-tomorrow/integrated-energy-systems/data-center-power-consumption/>

Glanz, James (2012): *Power, Pollution and the Internet*

<https://www.nytimes.com/2012/09/23/technology/data-centers-waste-vast-amounts-of-energy-belying-industry-image.html>

Klimarådet (2019): *Analyse: Datacentrene udfordrer den grønne omstilling*

<https://www.klimaraadet.dk/da/nyheder/analyse-datacentrene-udfordrer-den-groenne-omstilling>

O'hare, Ryan (2016): *A living library you can water*

<https://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-3406604/A-living-library-water-Plan-store-data-DNA-plants-worlds-archives-secured-box-SEEDS.html>

Rincon, Paul (2021): *Scientists claim big advance in using DNA to store data*

<https://www.bbc.com/news/science-environment-59489560>

Snøhetta: *The Spark*

<https://snohetta.com/project/388-the-spark>

Film

Villeneuve, Denis. 2017. *Blade Runner 2049*. Warner Bros.

*"I've looked at clouds from both sides now
From up and down and still somehow
It's cloud's illusions I recall
I really don't know clouds at all*

- Joni Mitchell