

Forord

Denne rapport er udarbejdet af gruppe 8 på 7. semester ved Ingeniørhøjskolen i København. Det overordnede tema for afslutningsprojektet er projektering af byggekonstruktioner, hvor det er valgt at arbejde med projekteringen af Multimediehuset i Århus.

De tre hovedområder for afslutningsprojektet er vægtet med 60 % konstruktioner, 20 % installationer og 20 % husbygning.

Dispositionsforslaget består af forudsætninger og forundersøgelser og statisk dokumentation med tilhørende tegninger. Bagerst i hovedprojekt mappen sættes en cd, hvor hele projektets indhold er på.

Tegningerne nummereres på følgende måde:

- Arkitekttegningernes tegningsnummer begynder med A
- Konstruktionstegningernes tegningsnummer begynder med K
- Installationstegningernes tegningsnummer begynder med I

Der er henvisninger på planer, snit og opstalter til samtlige detaljer i projektet.

Multimediehuset i Århus

Afgangsprojekt

Ingeniørhøjskolen i KBH



Forudsætninger og forundersøgelser

Dispositionsforslag

Indholdsfortegnelse

Indledning.....	4
Generel beskrivelse	5
Stamoplysninger	12
Beliggenhed	12
Arealforhold.....	12
Myndighedsforhold	13
Forsyningsmæssige forhold.....	14
Grundforhold.....	15
Funktionelle krav	16
Disponering af byggegrunden	16
Disponering af bygningen.....	17
Miljørigtig projektering.....	19
Indeklima	23
Tekniske krav	23
Bygningsbasis.....	23
Primære bygningsdele.....	24
Ventilation og VVS.....	24
Ventilation	24
VVS-installationer	26
Administrative krav	26
Tidsplan	26
Løsningsforslag	27
Den asymmetriske tagkonstruktion	27
Kriterier for valg af løsning	29
Analyse af løsningsforslag	30
Anbefalet løsningsforslag	30
Medierampen.....	31
Kriterier for valg af løsning	34
Analyse af løsningsforslag	34
Anbefalet løsningsforslag	35
Konklusion	36
Tegningsliste	37

Arkitekttegninger.....	37
Konstruktionstegninger	Fejl! Bogmærke er ikke defineret.
Installationstegninger.....	38
Øvrige tegninger	38

Indledning

Opgaven om Multimediehuset i Århus er fundet igennem ALECTIA, som startede på projektet i 2007. Da gruppen første gang tog kontakt med projektlederen hos ALECTIA, Peder Hansen, i marts 2010, blev det oplyst, at de skulle i gang med projektforslaget, og netop skulle til at udbyde projektet til entreprenører.

Formålet med den store ombygning af Århus havn er hovedsageligt at flytte noget kultur ud på havnen og dermed inddrage havnen og bugten i et sammenspil med byen.

Århus Kommune har ønsker om at forbinde de bynære havnearealer fra nord til syd, og samtidig etablere et stort sammenhængende havnebyrum, som ligger centralt i området ud for Domkirken. Alt dette dannes ved at etablere to bastioner, som vil indramme havnebyrummet. De to bastionsbebyggelser skal fremstå som markante bygningsværker, som skal være i indbyrdes dialog over havnebassinet og dermed medvirke til at aktivere området og danne et nyt aktivt byrum på kanten af Århus City.

Den ene af bebyggelserne er Multimediehuset, som skal danne rammen om de samlede serviceydelser, som de fleste borgere har brug for. Multimediehuset skal blandt andet indeholde et udvidet og udviklet hovedbibliotek, borgerservice og skal samtidig lægge lokaler til netværk af samarbejdspartnere, som bidrager til kreativitet og innovation.

Gruppen har ikke en decideret leder, men arbejder derimod i et demokratisk samarbejde. Det kan dog ske, at et enkelt medlem overtager styringen for en periode, hvis denne person har specielle evner indenfor det felt, som der arbejdes med.

Generel beskrivelse

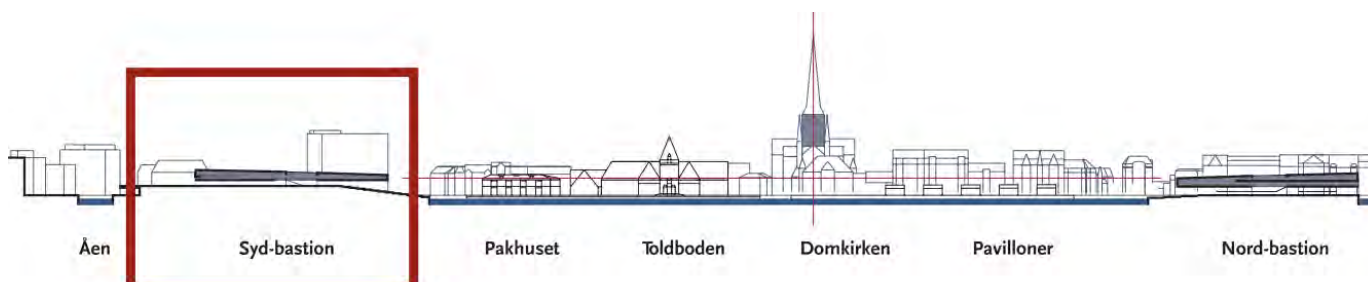
Forhistorie

Århus er med sine cirka 300.000 indbyggere Danmarks næststørste by. Området tiltrækker mennesker fra hele landet og er hastigt voksende med hensyn til indbyggertal og arbejdspladser. I den forbindelse vil det derfor være nødvendigt med en række byudviklings- og infrastruktur-mæssige projekter som vil repræsentere Århus' ideologier og markere byen både nationalt som internationalt.

I 1997 vedtog Århus havn, Århus Amt og Århus Kommune derfor planer om at flytte de eksisterende havneaktiviteter længere væk fra den centrale by, for at skabe plads til et nyt byudviklingsprojekt. Dette resulterede i 1999 i udgivelse af en idékonkurrence omhandlende "Det bynære havneområde".

1. Præmieforslaget gik til Arkitekterne Knud Fladeland Nielsen og Peer Teglgård Jeppesen hvis idé var genskabelse af byens kant mod havet, ved hjælp af en 5 km lang strækning af bynære havnearealer.

På baggrund af det vindende forslag udarbejdede Århus Byråd "Helhedsplan for De Bynære Havnearealer" (2003) og "Kvalitetshåndbog for De Bynære Havearealer" (2005), som fastlægger ideer og visioner for omdannelsen af det nye havneområde.



Figur 1: Området mellem udmundningen af Århus Å til Nord-bastion.

Århus Kommune udstedte i december 2007 en projektkonkurrence, hvor vinderne ville blive indbudt til at deltage i et udbud om Multimediehuset og de nye havneområder. Det vindende forslag blev udarbejdet af Schmidt Hammer Lassen Architects. Den valgte løsning danner baggrund for dette projekt.

Målsætninger

Multimediehuset kommer til at fungere som et dynamisk fristed for alle, som ønsker viden og inspiration. Et åbent og tilgængeligt læringsmiljø, der fremmer demokrati og fællesskab. Multimediehuset giver rum til fordybelse og viden. Et attraktivt, intelligent og interaktivt hus, som understøtter brugernes lyst til at lære og opleve.

Kernen i Multimediehuset bliver biblioteket som samtidig erstatter det gamle Hovedbiblioteket i Århus. Multimediehuset skal desuden rumme Borgerservice og en række netværk og samarbejdspartnere.

Pga. Multimediehusets mangfoldighed forventes det at borgere fra alle aldersgrupper og samfundslag vil benytte bygningen.

Det forudsættes at, at Multimediehuset skal danne ramme om følgende kerneværdier:

- Borgeren som udgangspunkt
- Livslang læring og fællesskab
- Mangfoldighed, samarbejde og netværk
- Kultur og oplevelser
- Brobygger mellem borger, teknologi og viden
- Fleksibel og professionel organisation
- Bæredygtigt ikon for Århus

Bygherrekrav til byggeriet

Århus Kommune ønsker en bygning, som er et pejlemærke for Århus som vidensby. Det skal være en bygning der skaber oplevelser, samt sikrer en nem adgang til viden.

Bygningskomplekset skal bestå af 3 hovedelementer:

- Multimediehuset på 18.000 m² bruttoetageareal ekskl. kælderfunktioner.
- Valgfrit areal på 10.000 m² bruttoetageareal
- Ankomstcentret på ca. 1000 m² bruttoetageareal.

Den særlige beliggenhed tæt ved vandet og vandets flade ønskes udnyttet optimalt. Dette kan ske vha. trapper, rampeanlæg, promenadearealer mm.

For at sikre en optimal udnyttelse af Multimediehuset, skal der sikres en nem fremkommelighed for borgerne. I projektet indtænkes et P-anlæg med plads til 1000 biler, i forbindelse med Multimediehuset.

Århus Kommune besluttede i 2005 at anlægge en ny letbane. Banen skal gå fra Lystrup til Århus H.



Figur 2 - Ny letbane fra Lystrup til Århus H. Multimediehuset har stoppested ved rød cirkel.

Multimediehuset skal have sin egen station. Stationen skal arkitektonisk integreres i eller omkring Multimediehuset som et ankomstcenter. Fra Ankomstcentret skal man generelt have adgang til Multimediehuset, P-anlægget, busser, taxier og cykler mv.

Generelt for hele havnefronten, skal en nem og sikker fremkommelighed for lette trafikanter sikres.

Overordnet set skal Multimediehuset fungere som bibliotek, borgerservice og faciliteter til sociale aktiviteter og netværk. Da det er borgerne der er brugerne af Multimediehuset, er det et krav at brugerne inddrages i projektet. Det er intentionen at gå fra traditionelle borgerinddragelser og høringer til at implementere brugernes idéer, holdninger og ønsker, så det har en effekt på indholdet. Det er vigtigt at brugerne involveres i alle projektets projekterende faser. Helt konkret blev der bl.a. opstillet interaktive borde, hvor forskellige fokusgrupper kunne involveres og der blev oprettet debatgrupper på internettet.

Arkitektonisk ide

Multimediehuset skal være et markant og attraktivt byggeri i international målestok. Bygningen skal være ikonet for Århus som byen med viden, puls og rødder. Med sin placering på de bynære havnearealer skal Multimediehuset være med til at udvide byen og skabe liv og aktivitet i området. I Multimediehusets arkitektur og indretning skal foranderlighed og alsidighed være bærende principper. Bygningen skal derfor både indadtil og udadtil kunne ændre ansigt, så den bliver en aktiv del af byens puls.

Multimediehuset skal være en fleksibel, intelligent og dynamisk struktur, der er i stand til at forandre og udvikle sig i takt med samfundets ændrede behov. Bygningen vil også stå på havnefronten om hundrede år, sikkert længere. Derfor skal den bygge på de menneskelige behov for nærvær, netværksdannelse, oplevelse, læring, refleksion, tryghed, sansning og kommunikation¹.



Figur 3: Multimediehuset

Efter 2 udbudsrunder blev Schmidt Hammer Lassens architects projekt udpeget efter følgende kriterier i, uprioriteret rækkefølge:

- Sammenfattende arkitektonisk, æstetisk, funktionel og teknisk vurdering i forhold til konkurrence programmet.
- Anvendelse af integreret design, herunder integration, synergi og sammenhæng mellem arkitektonisk koncept, bærende konstruktioner, bæredygtige tiltag og tekniske installationsprincipper.
- Økonomisk anlægsoverslag, herunder forslagets robusthed i forhold til overholdelse af den økonomiske ramme. Det vurderes specifikt, hvorledes integreret design, har været anvendt ud fra en anlægøkonomisk og teknisk betragtning.
- Honorarbudget

¹ <http://gl.aakb.dk/graphics/portal/bibliotekerne/multimediehus-web.pdf>



Figur 4: Nyt havneområde samt Multimediehuset

Projektgruppe

Projekteringsgruppe

Navn	Stilling	Funktion
Kenneth Petersson	Ingeniørstuderende	Projekterende
Mikkel Hansen	Ingeniørstuderende	Projekterende
Jane Gadeberg	Ingeniørstuderende	Projekterende
Tommy Johansen	Primær vejleder	Konstruktioner
Mads Nicolaj Jensen	Sekundær vejleder	Konstruktioner
Birte Mølle Andersen	Sekundær vejleder	Husbygning
Jesper Molin	Sekundær vejleder	Installationer
Peder Hansen	Ekstern vejleder	Projektleder

Overordnet arealkrav

Det nye Multimediehus består af i alt 39.150 m² fordelt på 5 niveauer. Heraf skal 20.050 m² fungere som Multimediehus med bibliotek, borgerservice osv. Disse er fordelt på niveauerne 0 - 2.

Dernæst skal 10.000 m² fungere som udlejningsareal til administration fordelt på niveauerne 2 og 3. Endelig skal de resterende 9.100 m² fungere som fuldautomatisk parkeringsanlæg med plads til 1000 biler, placeret i bygningens 3 kælder niveauer (-2 - 0).

Budgetramme

Bygherrens budgetramme for det samlede projekt er 1.325 mio. DKK. Projektet omfatter opførslen af den sydlige bastion inkl. opførselen af Multimediehuset samt udformning af havnefronten på strækningen fra Europapladsen til Nørreport.

Budgetrammen indeholder alle byggeudgifter (håndværkerudgifter, projekteringsudgifter, fast inventar m.v.) til det færdige projekt er gennemført.

Følgende områder er dog ikke medregnet i budgetrammen:

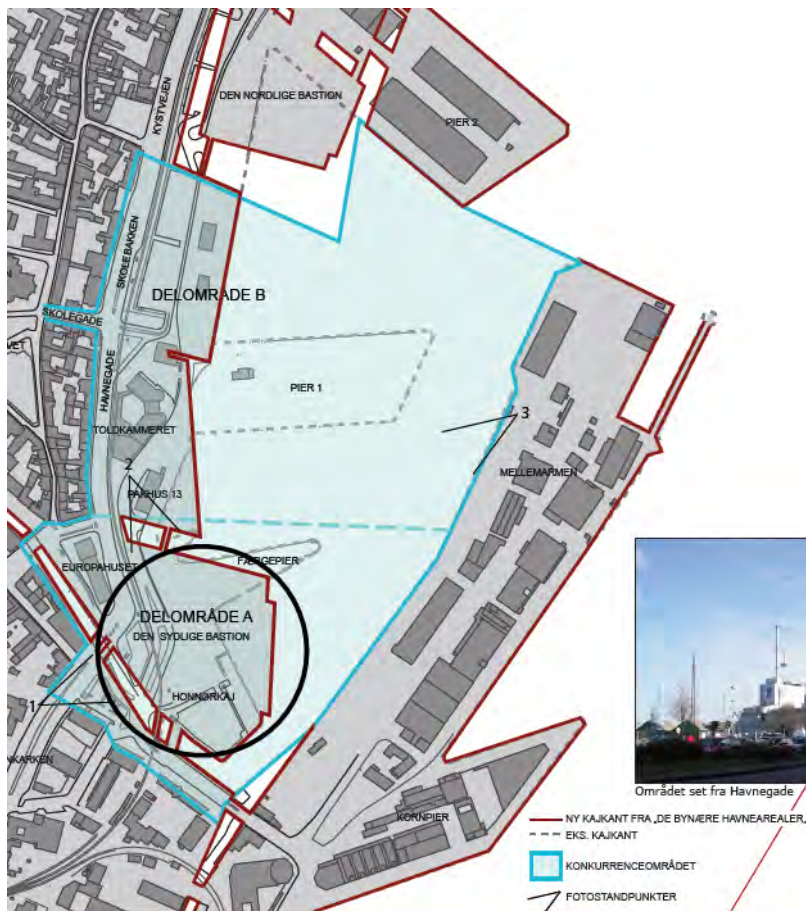
- Grund
- Bygherresekretariat
- Landinspektøraftsætninger samt supplerende geo- og miljøtekniske undersøgelser
- Lokalplan, byggesagsgebyr og forsikringer, tilslutningsafgifter, deponeringsudgifter m.v
- Løst inventar, herunder møbler, reoler, skranke, IT- og AV-udstyr inkl. telefoni m.v.
- Endvidere skal der ikke medregnes udgifter til anlæggelse af letbanen, herunder detailindretning af letbanestationen.

Delområde A	Mio. DKK
Base (Bastionsopbygning, P-anlæg, trafikkorridorer, kælderfunktioner, spor- og belægningsarbejder, inventar på terræn m.v.)	435
Bygning ekskl. kælderfunktioner (Multimediehuset, optionelt areal og ankomstcentret)	600
Å-åbning og omforandring af Europaplads inkl. broer	110
I alt mio. DKK ekskl. Moms	1.145

Delområde B	Mio. DKK
Omforandring af Havnepladsen inkl. hel- eller delvis fjernelse af Pier 1.	140
Ændring af vej- og banetracé	40
I alt mio. DKK ekskl. Moms	180

Alle beløb er i prisniveau januar 2008.

Områdebegrænsningen fremgår af nedenstående figur 5:



Figur 5: Fra www.multimediehuset.dk. Figuren viser at der fokuseres på hele havnefronten. I denne opgave fokuseres der på Delområde A (cirklen) som er indeholdende Multimediehuset.

Stamoplysninger

Beliggenhed

Multimediehuset skal placeres på havnen i Århus. Multimediehuset er en del i et større projekt, hvor Århus havn åbnes ind mod byen. Multimediehuset skal placeres på matrikel nr.: 2148^a.

Arealforhold

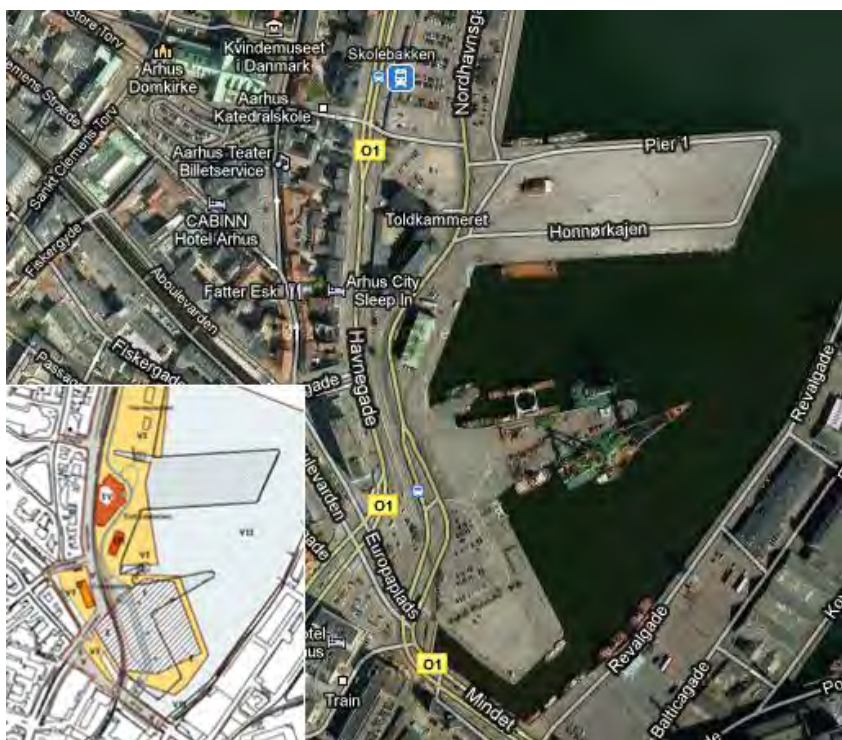
Eksisterende forhold

Multimediehuset skal placeres på kajen i Århus havn. Området strækker sig fra åbningen af udmundingen af Århus Å, henover Europapladsen og videre hen foran Domkirken og Bispetorv.

Multimediehuset skal opføres ved Europahuset som ligger på Europaplads og videre ud på kajen ved Europaplads. Dele af kajen skal bibeholdes, mens der ligeledes skal indvindes nyt areal til Multimediehuset. På det lille billede, på figur 6, kan man ses hvor meget af kajen der skal fjernes og indvindes.

Den eksisterende kajkonstruktion er opført i perioden 1930 til 1985. Konstruktionen består af en spuns, hvor der er placeret en betonhammer over. Konstruktionen er forankret i baglandet. Generelt er spunsen i god stand, mens betonhammeren mange steder skal renoveres. Eksisterende belægninger, kajudstyr mv. fjernes.

Hele Pier 1 og Honnørkajen fjernes.



Figur 6: Nuværende forhold på Århus havn, fra Google Maps (stort billede) og de fremtidige forhold, fra lokalplan nr. 876 (lille billede).

Fremtidige forhold

Multimediehuset skal placeres, som beskrevet i det ovenstående afsnit, ved Europahuset og på den eksisterende kaj og ny indvundet areal.

Det ny Multimediehus er på i alt 39.150 m², som er fordelt på:

- 20.050 m² - Multimediehuset
- 10.000 m² - udlejningsareal
- 9.100 m² - parkeringsanlæg

Fordelt på 6 niveauer som er fordelt følgerne:

Niveau -2: 9.040 m², (heraf 410 m² Multimediehuset og 8.630 m² parkeringsanlæg)

Niveau -1: 2.580 m² (heraf 2.230 m² Multimediehuset og 350 m² udlejningsareal)

Niveau 0: 3.250 m² (heraf 2.780 m² Multimediehuset og 470 m² parkeringsanlæg)

Niveau 1: 6.930 m² Multimediehuset

Niveau 2: 7.230 m² (heraf 3.240 Multimediehuset og 3.990 m² udlejningsareal)

Niveau 3: 10.120 m² (heraf 4.460 m² Multimediehuset og 5.660 m² udlejningsareal)

Myndighedsforhold

Bestemmelser fra lokalplan nr. 876

I forbindelse med opførelsen af Multimediehuset og etablering af "Nyt centralt havnebyrum" planlægges en lokalplan, som har baggrund i en langsigtet planlægning for Århus havn med udbygning af den nye Østhavn.

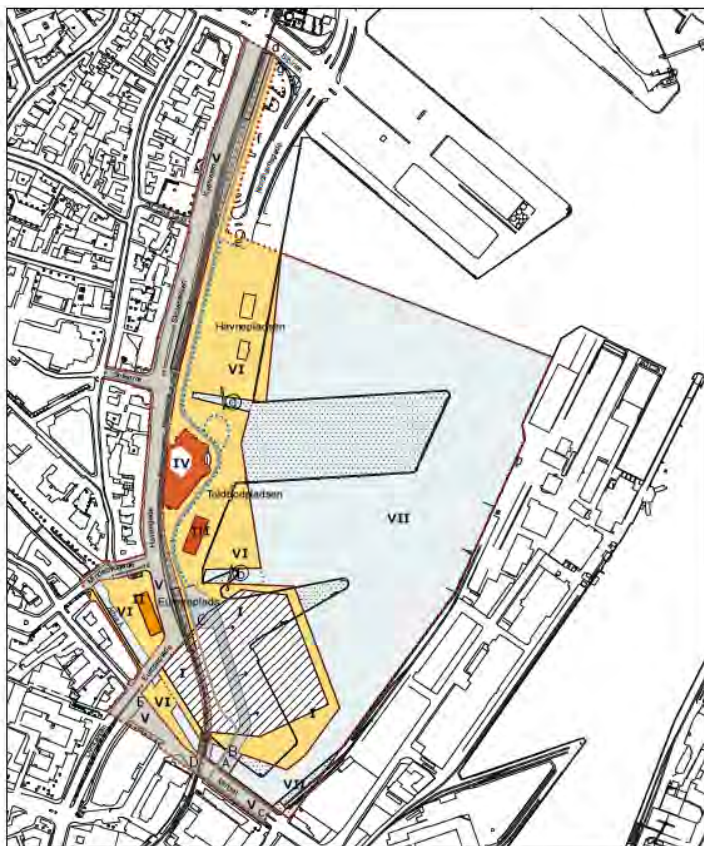


Figur 7: Luftfoto som viser del af Århus City og Århus Havn med angivelse af lokalplanområdet.

Lokalplanen skal muliggøre en samlet omdannelse af en stor del af Inderhavnen i Århus havn.

Omdannelsen omfatter en lang række ting, bl.a. etablering af en sydlig bastion i havnerummet for opførelse af Multimediehuset, etablering af nye havnepladser og genåbning af Århus Å på den sidste strækning fra Mindebrogade til å-udmundingen.

Lokalplanen deler planområdet op i 7 delområder, hvor delområde 1 udlægges til ny markant bebyggelse med anvendelse til Multimediehuset.



Figur 8: Planområdet opdelt i delområder, fra lokalplan nr. 876.

Der er fastlagt bestemmelser om maksimal bygningshøjde og etageareal. I delområde 1 må der maksimalt opføres et etageareal på 45.000 m², og det kan maksimalt opføres i 4 etager (uden kælder) og en maksimal bygningshøjde op til kote 27,5 m. Der kan dog etableres tekniske installationer, trappe-/elevatortårne m.v. udover den maksimale bygningshøjde. De tekniske installationer på taget må højst udgøre 10 % af tagarealet, og må maksimalt opføres 4 m over tagfladen. Der kan etableres tagterrace på en mindre del af tagfladen.

Forsyningsmæssige forhold

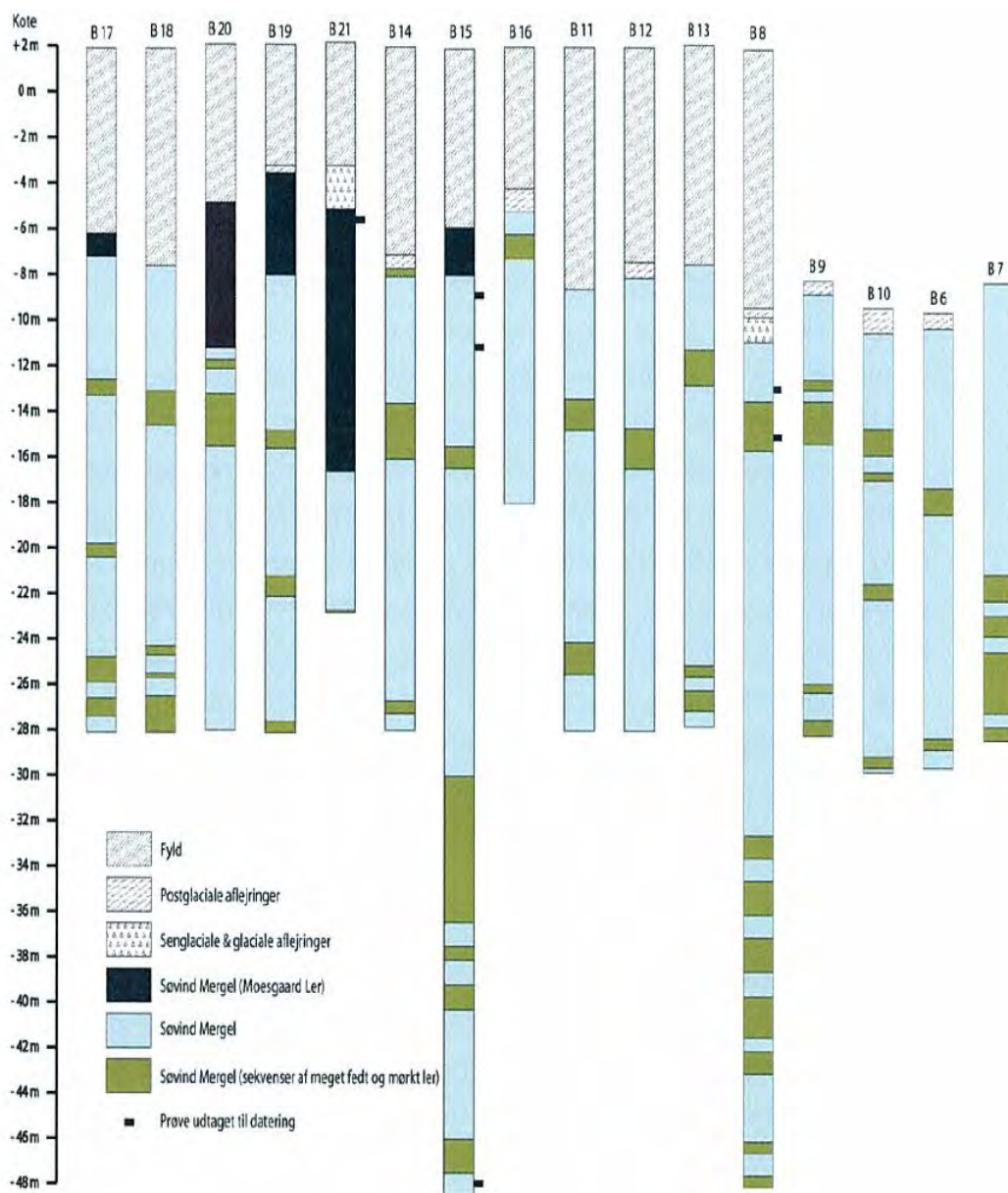
Under Europapladsen løber en større spildevandsledning, der løber til Marselisborg renselanlæg. I forbindelse med opførelsen af Multimediehuset, kan det påregnes at ledningen skal omlægges. Der skal i forbindelse med opførelsen bygges et overløbsbygningsværk.

På grunden er der forsyningsledninger til el, vand, regnvand, spildevand, telefon mv. Det kan påregnes at forsyningerne er indført på grunden, men en omlægning på grunden kan være nødvendig.

Der er fjernvarmepligt for alle bygninger på grunden.

Grundforhold

Generelt er der jordfyld i de øverste ca. 4 meter. Derefter består hovedsageligt den nordlige del af boringsområdet af marint, fin- til mellemkornet sand, gytjeholdigt ler og gytje. Derunder er der ler ned til stor dybde.



Figur 9: Oversigt over aflejringer i boringer fra Multimediehuset.

Det er vurderet, fra Rambøll, at alle permanente geotekniske konstruktioner, som er relateret til bygningen skal udføres i henhold til geoteknisk kategori 3 med partialkoefficienter svarende til konsekvensklasse 3 (CC3).

Rambøll anbefaler at opføre Multimediehuset på jernbetonpæle, som rammes bærende til det tertiære lerlag. Etablering af kælderkonstruktion ventes at kunne ske uden store grundvandsproblemer, såfremt byggegruben afgrænses af vandtætte spuns vægge. Der kan udføres permanent grundvandssænkning, uden risiko for skader på nærliggende bygninger.

Alle bygninger skal sikres mod vandindtrængning til minimum kote 2,5 m.

Grunden er et gammelt havneareal, hvor der tidligere har ligget industribygninger. Der er derfor en risiko for at grunden er forurenet. De indledende undersøgelser viser dog ingen tegn på forurening, men der skal løbende i processen udføres undersøgelser herfor. Undersøgelser og eventuelt forurenet jord, er for bygherres regning.

Funktionelle krav

Disponering af byggegrunden

Multimediehusets placering på grunden, kan ses på situationsplanen.

Adgangsveje

Fra nord ankommer bil-trafikken på den nyanlagte servicevej ind til Multimediehuset. Her kan borgerne parkere bilerne i den tilknyttede parkeringskælder. Langs servicevejen løber en cykelsti i sit eget trace, som fører cyklister til en cykelparkering under Multimediehuset. Fra Nord ankommer den nye letbane til Multimediehuset. Letbanen løber fra Lystrup, igennem centrum af byen ud til Multimediehuset, som har sin egen station.

Fra byen ankommer biltrafikken til Multimediehuset fra Mindet og over den nye vejbro. Cyklister kører på en cykelsti langs vejen. Letbanen ankommer fra den sydlige del af Århus, og kører videre mod Lystrup.

Fodgængere ankommer via nye gangbroer. Hvor fodgængere skal krydse trafikerede veje, vil der skulle anlægges lysregulerede fodgængerfelter.

Se adgangsveje på situationsplanen.

Parkering

Der vil i Multimediehusets parkeringskælder være plads til 1000 biler, fordelt på 2 niveauer.

Parkeringskælderens vil være fuldautomatisk. Der vil på niveau 0 være handicap parkeringspladser til ca. 10 biler.

Der vil på niveau 0 være overdækket parkering for cykler.

Disponering af bygningen

Rumoversigt

Bygherren har opstillet et beskrivende rumprogram, hvor det beskrives hvilke rum Multimediehuset skal indeholde og med forslag til placering.

Af hensyn til fremtidig ombygning af Multimediehuset, vælges det at nyttelasten er den samme overalt i bygningen. Det er vurderet at der vil være størst nyttelast på biblioteket, grundet bøgerne, og der vil derfor findes en værdi ud fra denne forudsætning.

Rum	Ca. areal [m ²]	Beskrivelse
Torvet/Foyer	410	Skal fungere som en gade der fordeler menneske-flowet ud til resten af bygningen. Det skal samtidig invitere til ophold og oplevelse. Der skal placeres en reception som er bygningens ansigt ud af til.
Butik	80	I forbindelse med torvet skal der placeres en lille butik, der sælger ting som har relation til resten af Multimediehuset.
Cafe	200	Caféen skal fungere som mødested for brugerne. Caféen skal ligge i forbindelse med Torvet.
Mediesamling/ bibliotek	2700	Der skal i biblioteket sættes fokus på en nem tilgængelighed til medierne, det skal være brugeren og ikke medierne der er i fokus. Indgangen til biblioteket skal være nem tilgængelig fra torvet. Der sættes stor fokus på, at gøre op med det "gamle" bibliotek, der skal bl.a. indrettes små oaser der kan benyttes til fordybelse eller kort undervisning.
Forvandringsrum	150	Et åbent rum i forbindelse med torvet eller biblioteket. Skal være et område med liv og aktivitet. Rummet skal indeholde fleksible scenografiske løsninger der tilgodeser varierende aktivitet der bl.a. kan benyttes til små events, koncerter, udstillinger, mødestedszone og leg.
Stille kupé	150	Et rum hvor man kan få ro til fordybelse. Skal placeres i forbindelse med biblioteket.
Dagligstue	150	Skal benyttes til socialt ophold i mindre grupper.
Kampagneaktiviteter og temaudstillinger	200	Kan benyttes af firmaer eller offentlige organisationer til en eller flere udstillinger/ kampagner.
Undervisningsområde	100	Benyttes til forskellige former for undervisning, kateterundervisning eller gruppeundervisning.
Multisal	500	Skal benyttes til mange slags aktiviteter, bl.a. teater, koncerter, borgermøder, konferencer mv. Salen skal have plads til 330 siddepladser samt facilitet der kan betjene disse mennesker bl.a. med garderobe.
Værksteder	120	Skal indeholde værktøj, fysiske faciliteter og tilknyttet personale så man kan dygtiggøre sig inden for forskellige felter.
Mødelokaler og	310	Multimediehuset skal indeholde et antal lokaler, som borger,

projektrum		organisationer, foreninger, projektgrupper og lignende kan booke.
Studieceller	80	Der skal være 10 studieceller som kan bookes af små grupper eller enkeltpersoner.
Den hybride læreplads	80	Skal placeres i forbindelse med torvet, så man kan komme og sende en e-mail eller søge information.
Fleksibelt storrum	100	Kan benyttes til kulturelle events, studiebesøg, teater, foredrag mv.
Oaser	150	Fordelt på alle arealer skal der placeres oaser. Det skal være oaser hvor brugeren stopper op og bliver overrasket, eller opholder sig for at fordybe sig.
Inspirationsareal	240	Små oaser der skal have inspiration som fokus.
Læringsareal	240	Et uformelt læringsrum.
Det legende bibliotek	240	Det skal være et aflukket rum med plads til fysisk leg og leg med teknologi på tværs af generationer.
Laboratorier for drama/maling/diverse	40	Skal benyttes til dramaundervisning, maling og tegning mv.
Børneteater og film	150	Benyttes til filmfremvisning eller mindre teaterforestillinger. Skal have mulighed for 70 siddepladser.
Spisesal	40	Hvor mindre grupper kan spise deres medbragte mad. Skal placeres i forbindelse med de andre børneaktiviteter.
Parkeringsfaciliteter til barnevogne mv. og ammezone	70	Skal benyttes af småbørnsfamilier.
Lektiecafé	50	Skal benyttes af unge i alle aldre, som en hjælp til lektiehjælp, opgaver mv.
Borgerservice	700	Placeres tæt på hovedindgangen, så det virker nemt tilgængeligt for brugeren. Der skal være 38 ekspeditionspladser.
Sorteringsanlæg mv.	600	I forbindelse med biblioteket skal der være et anlæg, der sorterer medierne. Der skal ligeledes være mulighed for selv afhentning og aflevering.
Servere og IT	50	Et serverrum som betjener udstyret i bygningen.
Administrationsafsnit	-	<p>Administrationsafsnittet består af følgende nuværende afdelinger:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Hovedbiblioteket, administration: 20 administrative arbejdspladser, 20 medarbejdere 2. Hovedbiblioteket, fagteam: 60 arbejdspladser, 80 medarbejdere 3. IT og Kommunikation: 40 arbejdspladser, 40 medarbejdere 4. Sekretariatet for Borgerservice og Biblioteker: 11 arbejdspladser, 11 medarbejdere 5. Borgerserviceadministration – administrative arbejdspladser uden borgerbetjening: 50 arbejdspladser, 50 medarbejdere <p>Da der løbende kan ske rokeringer mellem afdelingerne, skal en rokering af disse områder være mulig.</p>
Kantine og køkken	350	Køkkenet skal placeres i nærheden af administrationsafsnittet

mv.		da de ansatte skal kunne benytte kantinen. Køkkenet kan eventuelt deles med caféens køkken.
Toiletter mv.	-	Det antal toiletter dansk lovgivning kræver.

Der skal generelt placeres PC-pladser rundt om i bygningen, hvor brugerne kan søge generel information eller information om bygningen.

Tilgængelighed for handicappede

Det er vigtigt at alle brugere kan benytte hele bygningen, herunder handicappede. Det skal indtænkes i projekteringen, at brugere med fysiske eller psykiske handicap fx sociale forbiere eller ordblindhed kan benytte bygningen forholdsvis uden hjælp. Der projekteres efter bygningsreglementet fra 2008, med et skærpet kapitel om tilgængelig for handicappede.

Lydkrav

Der må ikke forekomme generende støj og rystelser i bygningen fra jernbane, letbane og tilkørselsveje til P-anlægget, dermed bør støjfølsomme rum ikke placeres i nærheden af disse funktioner.

I opholds- og arbejdsrum ønskes der lydabsorberende flader. Og efterklangstider ønskes begrænset. I rum som falder ind under ²Arbejdstilsynets regler om akustik, skal disse regler overholdes. Rum som benyttes til undervisnings- og daginstitutionsformål skal overholde ³Bygningsreglementets krav til lydforhold. Øvrige rum skal lydreguleres, så det bedst muligt passer til rummenes funktioner. Mht. Multisalene, som både skal overholde krav om dæmpet akustik ved filmfremvisning og en klangfuld akustik ved musikformål, vil der være behov for variabel rumakustik med et elektronisk efterklangsreguleringsanlæg eller alternativt med variable akustiske plader.

Vægge og etageadskillelser skal udføres med lydisolerende egenskaber, så det efterlever rummenes behov. I rum hvor der er myndighedskrav til lydisolering skal disse krav overholdes.

Gulve og etageadskillelser skal udføres, så der ikke er generende trinøj, dette gælder specielt i biblioteksområdet.

De tekniske installationer skal udføres støjsvage, både inden og uden for bygningen.

Miljørigtig projektering

Der skal foretages en samlet miljømæssig optimering af projektet, omfattende både arkitektur, indretning, konstruktionsprincipper, installationsystemer og materialer. Miljøindsatsen skal integreres i den samlede

² Fra Arbejdstilsynets hjemmeside: <http://www.at.dk/REGLER/At-vejledninger-mv/Arbejdsstedets-indretning/At-vejledninger-om-arbejdsstedets-indret/A1-Faste-arbejdssteder/~//link.aspx?id=B4AAE6CA973B49DA90AEA9638269DEE1&z=z>

³ Bygningsreglement 2008 afsnit 6.4.3.

planlægning, projektering og udførelse, og den skal gennemføres med respekt for de æstetiske, funktionelle, byggetekniske og driftsmæssige krav, der stilles til projektet. Arkitektur er også en væsentlig miljømæssig faktor, idet god arkitektur vil øge bygningens faktiske levetid og mindske behovet for ombygninger. Dette medfører i sig selv lavere ressourceforbrug.

Kortlægning af væsentligste miljøpåvirkninger

Formålet med miljøkortlægningen er at tilvejebringe et overblik over projektets påvirkninger på miljøet, bygherrens egne miljømål/holdninger, myndigheders miljømål, og de lokale forhold.

- **Jordforurening**

Under byggeperioden kan der opstå lokal jordforurening.

- **Arkæologiske værdier**

Da Århus er en gammel vikingeby kan der forekomme levn af arkæologisk værdi

- **Energiforbrug**

Multimediehuset vil blive benyttet af mange mennesker til mange forskellige formål. Energiforbruget forventes derfor at være tilsvarende højt.

- **Indeklima**

I forbindelse med arrangementer eller lignende vil der være mange mennesker samlet på et forholdsvist lille areal. Derved vil indeklimaet blive påvirket i en negativ retning.

- **Spildevand**

Multimediehuset vil have et stort antal besøgende, hvilket som konsekvens kan skabe en øget spildevandsmængde.

- **Støj**

Da bygningen både skal have et underjordisk P-anlæg samt gennemgående letbane, vil det være svært at overholde støjkraevne til bygningen.

- **Bygge og beskyttelseslinjer**

Lokalplansområdet går igennem fortidsmindebeskyttelseslinjen omkring Skt. Oluf Kirkegården.

- **Påvirkning af vandløb**

I forbindelse med frilægningen af Århus Å, skal gennemstrømningen i åen sikres. Ligeledes skal der i byggeprocessen sikres, at vandløb samt havnebassin ikke forurenes.

Prioritering af miljøpåvirkninger

På baggrund af miljøkortlægningen er udvalgt og prioriteret 4 miljøpåvirkninger, hvorom det vurderes hensigtsmæssigt at opsætte miljømål.

1. Indeklima

En essentiel del af Multimediehuset er brugeren, derfor er det vigtigt at sikre et godt og komfortabelt indeklima.

2. Energiforbrug

Århus Kommune har sat sig som et mål at være CO₂-neutral i 2030. Derfor skal bygningen projekteres med et lav energiforbrug.

3. Støj

Da bygningen er omgivet af meget støj fra letbane og biltrafik, ønskes brugerne i og rundt om bygningen afskærmet fra denne støj.

4. Jordforurening

Da bygningen er placeret i et sårbart miljø skal der være fokus på eventuel opsamling af forurenende stoffer under byggeperioden.

Miljømål

På baggrund af de prioriterede miljøpåvirkninger samt bygherrens overordnede miljøkrav er udarbejdet 5 miljø mål.

1. Indeklima

Indeklimaet skal føles neutralt i forhold til den aktivitet der foretages i det enkelte rum.

2. Energiforbrug

Bygningens energiforbrug ønskes begrænset igennem passivforanstaltninger såsom passiv solvarme, aktiv havvandskøling m.m. Først når de passive foranstaltninger ikke er tilstrækkelige bringes de aktive foranstaltninger i anvendelse.

3. Støj

Støj i og omkring bygningen skal overholde de af Kommunen stillede krav, således at brugeren ikke påvirkes af støjen.

4. Jordforurening

Der sættes stor fokus på ikke at forurene området under byggeprocessen. Alle nødværgeforanstaltninger skal derfor tages i brug for at sikre at dette overholdes.

5. Farlige stoffer

Bygherren har specifikt ønsket særligt fokus på brugen af farlige stoffer, som for eksempel lim, fugemasser, og overfladebehandling. Derfor skal dette undgås i så høj grad som muligt.

Valg af virkemidler

Der opstilles nogle forslag til virkemidler, for at opfylde de opstillede miljømål.

1. Indeklima

For at opfylde målet om at indeklimaet skal føles neutralt for brugeren i hvert enkelt rum, foreslås det at ventilere efter VAV princippet. I dette princip opsættes der følere i hvert enkelt rum, som regulerer indeklimaet individuelt, det kan eksempelvis være CO₂ og/eller temperatur målere. Dette er relevant i dette projekt, da personbelastningen er meget varierende i de enkelte rum.

I projektforslaget beslattes det hvilket system der vælges at bruge.

2. Energiforbrug

For at mindske energiforbruget for bygningen, kan der installeres passivforanstaltninger. Der kan benyttes havvandskøling, hvor det kølige vand pumpes ind i bygningen til nogle køleelementer.

Passiv solvarme kan benyttes, hvor solen opvarmer bygningen gennem vinduerne. Her kan der med fordel planlægges, hvor man placerer vinduerne.

For at mindske energiforbruget kan der med fordel, opsættes et intelligent lysanlæg, som kan registrere hvor mange brugere der er i det enkelte rum og regulere lyset efter behovet.

Det foreslås at udføre bygningen som miljøklasse A, for at spare på energien.

3. Støj

Bygningens vægge udføres i lyddæpende materialer, for at mindske støjen fra specielt den gennemgående letbane. Letbanen foreslås ligeledes adskilt fra resten af bygningen, så rystelser og støj fra hjulenes friktion mod sporerne formindskes.

For resonans i bygningens større rum, beklædes væggen med et materiale der absorberer støjen.

4. Jordforurening

Det foreslås at der udnævnes en miljøansvarlig under byggeperioden, som bl.a. udtager prøver af området, for at sikre at der ikke sker en utilsigtet udledning.

5. Farlige stoffer

I projekteringen henstilles der til at gennemtænke løsninger, og specificere valg af materialer for at undgå brugen af farlige stoffer.

Indeklima

Der henvises til afsnittet om miljørigtig projektering, hvor foreløbige mål og virkemidler er beskrevet.

Tekniske krav

Generelt

Der lægges vægt på at de væsentlige bygningsdele til rådhuset, lukning og afdækning er af en byggeteknisk kvalitet der sikrer en lang levetid, samtidig skal de arkitektoniske og ingeniørmæssige løsninger understøtte hinanden så bygningens design har en synergieffekt. Der skal desuden være rengøringsvenlige og robuste løsninger i områder, som er offentligt tilgængelige.

Bygningsbasis

Fundamenter

Se statisk dokumentation.

Terrændæk

Se statisk dokumentation.

Primære bygningsdele

Ydervægge

Se statisk dokumentation.

Indervægge

Se statisk dokumentation.

Dæk

Se statisk dokumentation.

Trapper og ramper

Se statisk dokumentation.

Tag

Se statisk dokumentation.

Ventilation og VVS

Ventilation

Anlæggets omfang og opbygning

Der benyttes flere ventilationsaggregater, da dette er mest optimalt i forhold til rum-typerne i bygningen, og for at sikre at tryktabene i ventilationskanalerne ikke bliver for store.

På indsuget til aggregatet placeres en stor jalousirist som kan forhindre blade og lignende i at komme ind i aggregatet.

Der er i projektet valgt at have både en køleflade til at køle luften ned om sommeren og en varmeplade, til at varme luften op om vinteren. De er begge et tiltag for at kunne holde de ideelle rumtemperaturer på ca. 22°C.

I projektforslaget bestemmes det om man skal placere lyddæmpere på aggregaterne da de kan lave en del støj.

Det vurderes dog at der i dette projekt kan ses bort fra lyddæmpere i aggregaterne, da alle aggregater er placeret på taget, og lyden vil forsvinde ud i luften og ikke gå ned igennem isolering og tagdæk.

Ventilationsprincipper

Multimediehuset er en bygning med mange forskellige anvendelsesformål. Bygningen skal både indeholde borgerservice, bibliotek, multisal, erhvervsområder mm. Forudsætningerne for bygningen er at den skal kunne klare et meget varierende besøgsantal, og kunne bruges til mange forskellige arrangementer. Dette samtidig med at indeklimaet opretholdes på et komfortabelt niveau. Ydermere forudsættes det at bygningen skal være energibesparende, og det skal derfor sikres at der ikke bruges unødvendige ressourcer på at ventilere, hvor behovet ikke er til stede. For at opnå disse forudsætninger vil det derfor være nødvendigt at benytte sig af forskellige ventilationsprincipper.

CAV (constant Air Volume)

Betjenes vha. tidsregulering eller bevægelsessensorer og reguleres i to trin. Maksimal ydelse eller stærkt nedreguleret ydelse.

Denne type af ventilation bruges i rum med et konstant ventilationsbehov, såsom toiletter, kopirum, depoter mm.

VAV (Variable Air Volume)

Ventilationsanlægget betjener flere lokaler (eller zoner), der hver især styres manuelt eller via bevægelsessensor (PIR-sensor). Ventilationsanlæggets ydelse er fuldt variabel.

Denne type af ventilation bruges i rum hvor lokalet ønskes ventileret når rummet er i brug, såsom enkeltmandskontorer og andre lokaler som ikke har variabel personbelastning.

DCV (Demand Controlled Ventilation)

Ventilationsanlægget betjener flere lokaler (eller zoner), der hver især styres af rummets belastning (f.eks. via temperatur- og/eller CO₂-sensor). Ventilationsanlæggets ydelse er fuldt variabel.

Denne type af ventilation bruges i lokaler med variabel personbelastning. Dette vil være fordelagtigt at bruge i f.eks. koncertsal, mødelokaler, større kontorer mm.

Vurdering af kapaciteter

Der er flere forskellige typer rum i bygningen. Heriblandt bibliotek, kontorer og generelle opholdslokaler. Disse typer lokaler kræver forskellige luftskifter. I henhold til DS 447 er det valgt at opretholde denne luftkvalitet i de forskellige rum-typer:

Bygningstype	Lokaletype	m ² gulvareal/person	I MMH
Forsamlingslokaler	Bibliotek	5,0	Niv. 1n, Niv. 2m
	Koncertsal	0,6	Niv. 1m

Kontorer	Enkeltmandskontorer	10,0	Niv. 2n, Niv. 3 ms
	Storrumskontorer	1,0	Niv. 2, Niv. 3
Restauranter	Lokaler med selvbetjening	1	Niv. 1
Toiletter			Niv. 1, Niv. 2, Niv. 3
Diverse	Depoter mm.		Niv. 1, Niv. 2, Niv. 3

n=nord, m=midt, s=syd

Principper for hovedforsyning

I de stabiliserende kerner er der skakte, som fordeler ventilationskanalerne ud på de forskellige etager. Disse skakte skal overholde brandkravene for installationer, som er R 120 A2-s1,d0.

Princippet for hovedforsyningen er skitseret på tegning "Ventilation hovedføringskanaler". Tegningen viser føringsveje for en etage. Denne etage fungerer som reference for de øvrige.

Teknikrum og føringsveje

Ventilationsaggregaterne vil blive placeret i teknikrum på taget. Teknikrummene er placeret over de 3 østlige stabiliserende kerner.

Gren- og tilslutningsledninger udføres i projektforslagsfasen, og tegnes ind på en skitse for at sikre optimalt airflow i de enkelte rum, samt sikre sig at der ikke opstår pladsproblemer hvor kanalerne krydser hinanden.

VVS-installationer

Teknikrum

Der er placeret teknikrum på niveau -1 og 0. herfra fordeles alle VVS-installationer ud til de ønskede områder i bygningen. Dette sker via bygningens skakter i de stabiliserende kerner.

Af hensyn til brand, vil der blive etableret sprinkleranlæg i hele bygningen. Dette anlæg placeres i et dertil indrettet sprinklerrum på niveau 0.

Administrative krav

Tidsplan

Opførelsen af Multimediehuset forventes opstartet ultimo 2011. Ultimo 2014 forventes Multimediehuset at stå færdigt.

Ultimo 2015 forventet hele det nye havnebyrum og Å-åbningen at stå færdigt.

Løsningsforslag

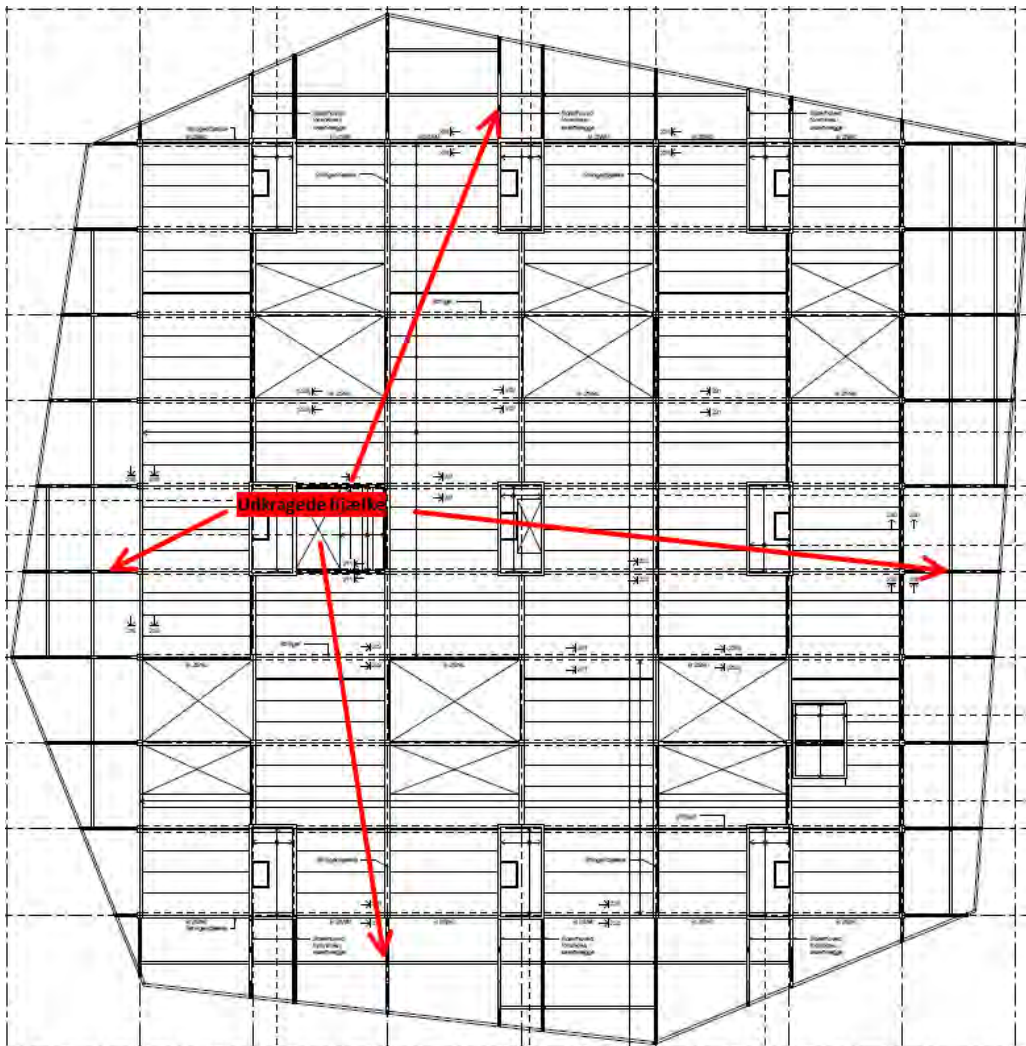
Det er valgt at udtage 2 dele af MMH, og arbejde videre med dem. I begge områder, er der flere løsningsmuligheder.

De to steder man har valgt at kigge nærmere på, er den asymmetriske tagkonstruktion og medierampen, som er en stor rampe placeret mellem niveau 1 og 2.

Den asymmetriske tagkonstruktion

Gruppen har valgt at fokusere på den asymmetriske tagkonstruktion, som har en speciel opbygning.

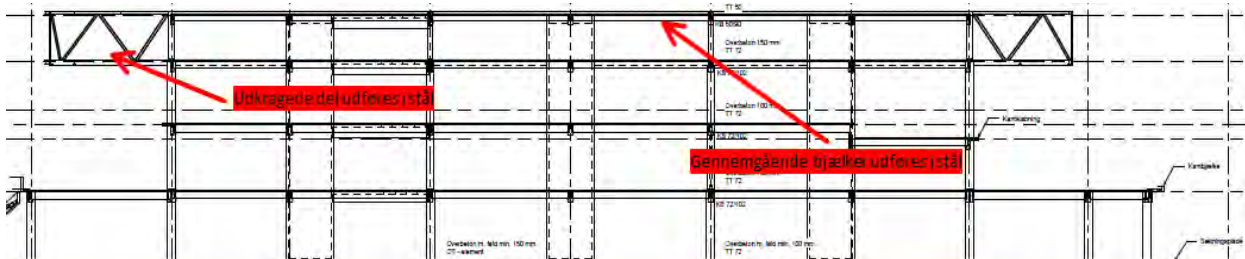
Den udkragede del, skal som udgangspunkt udføres som en gitterkonstruktion. Der vil blive undersøgt forskellige materialer til opbygningen af tagkonstruktionen.



Figur 10: Placering af udkragede bjælker

Løsningsforslag 1 – tagkonstruktion i stål

Hele tagkonstruktionen udføres i stål.



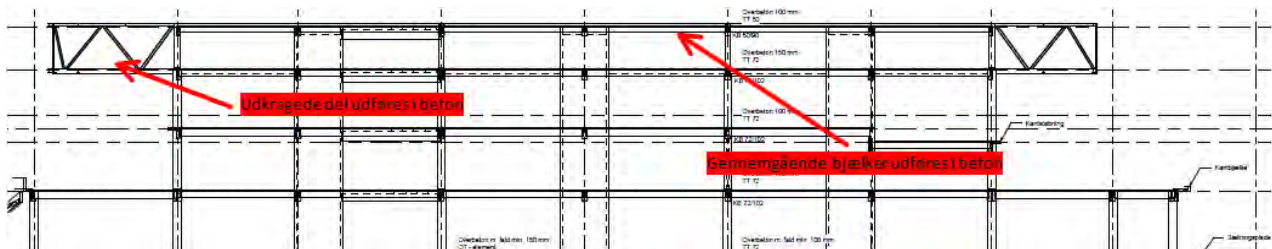
Figur 11: Snit af bygningen, hvor opbygningen kan ses

Både den udkragede del og de gennemgående bjælker og søjler udføres i stål. Den udkragede del udføres som en gitterkonstruktion som vist på tegningen. Resten af tagkonstruktion udføres i stål. Dækkene udføres som præfabrikerede betonelementer som spænder mellem stålbjælkerne.

Man kan muligvis bedst forestille sig det, på den måde at der bliver bygget en "kasse", eller et 3D-gitter, der vil fungere som hele tagkonstruktionen, og samtidig indeholder den øverste etage i bygningen.

Løsningsforslag 2 – tagkonstruktion i beton

Hele tagkonstruktionen udføres i beton.



Figur 12: Snit af bygningen, hvor opbygningen kan ses

Den udkragede del udføres i armeret beton, hvor kræfterne optages i tryk og træk stænger. Resten af tagkonstruktionen udføres som bjælke-søjle konstruktion i armeret beton.

Løsningsforslag 3 - tagkonstruktion i stål og beton

Den udkragede del udføres i stål. De gennemgående bjælker og søjler udføres i beton.

Analyse af løsningsforslag

Løsningsforslag 1, hvor hele tagkonstruktionen er udført i stål, har både fordele og ulemper. For den udkragede del, vil man få en forholdsvis let og slank konstruktion som udføres som en gitterkonstruktion (se figur 14). Resten af bygningen vil ikke kunne udføres som en gitterkonstruktion, da dette vil tage plads i rummene på etage, hvor der bl.a. skal være kontorer. Til gengæld vil man kunne samle spærene på jorden, hvorefter de kan hejses op på plads og fastmonteres. Tryk og træk kræfter vil kunne overføres til bjælkerne i gulv og loft i tagkonstruktionen, som vil kunne føre kræfterne til de stabiliserende kerner.

Løsningsforslag 2, hvor hele konstruktionen udføres i beton, har ligeledes fordele og ulemper. Hvis den udkragede del skal udføres i beton, vil det blive en tungere konstruktion, som også arkitektonisk ikke vil være så slank som stålkonstruktionen. Resten af bygningen kunne udføres som bjælke-søjle konstruktion, hvor lodrette kræfter optages i søjler og vandrette kræfter optages i dækkene som spænder mellem bjælkerne. Montering af den udkragede del, vil være mere besværlig end stålkonstruktionen. Resten af bygningen vil kunne leveres som elementer, der kan monteres på pladsen. Pris for en tagkonstruktion i beton vurderes at være væsentligt billigere end hvis hele tagkonstruktionen udføres i stål.

Løsningsforslag 3, hvor den udkragede del udføres i stål og resten af tagkonstruktionen udføres i beton, samler de bedste elementer fra de foregående løsningsforslag. Den udkragede del udføres i stål for at få en let og slank konstruktion, mens resten af huset udføres i beton, der leveres som elementer. Samlingen mellem den udkragede del og resten af bygningen i beton, skal undersøges nærmere hvordan man overfører kræfterne til betondækkene og ud i de stabiliserende kerner.

	Pris	Arkitektonisk fremtoning	Vægt af udkrugning	Bæreevne	Montering	Samlet
Vægtning [%]	20	25	25	15	15	100
Løsningsforslag 1	2	7	6	6	6	545
Løsningsforslag 2	6	3	4	7	4	460
Løsningsforslag 3	5	7	6	6	5	590

Karakter fra 1-10 (10 er højest)

Karakter og vægtning er tildelt af gruppen på baggrund af vurderinger.

Anbefalet løsningsforslag

Det anbefales at vælge løsningsforslag 3, hvor udkrugningen udføres i stål og resten af tagkonstruktionen udføres i beton. Det vælges på baggrund af den overstående vægtning. Dog anbefales det at undersøge løsningen med stålkonstruktion, da dette også kunne være en løsning, hvis samlingen mellem den udkragede stålkonstruktion og betonkonstruktionen i løsningsforslag 3 er besværlig.

Som dæk i den udkragede del af tagkonstruktionen, vurderes det at være hensigtsmæssigt at finde en lat opbygning, som stadig kan overholde brand- og støjkraevne. Der vil blive kigget nærmere på dette i projektforslagsfasen.

Medierampen



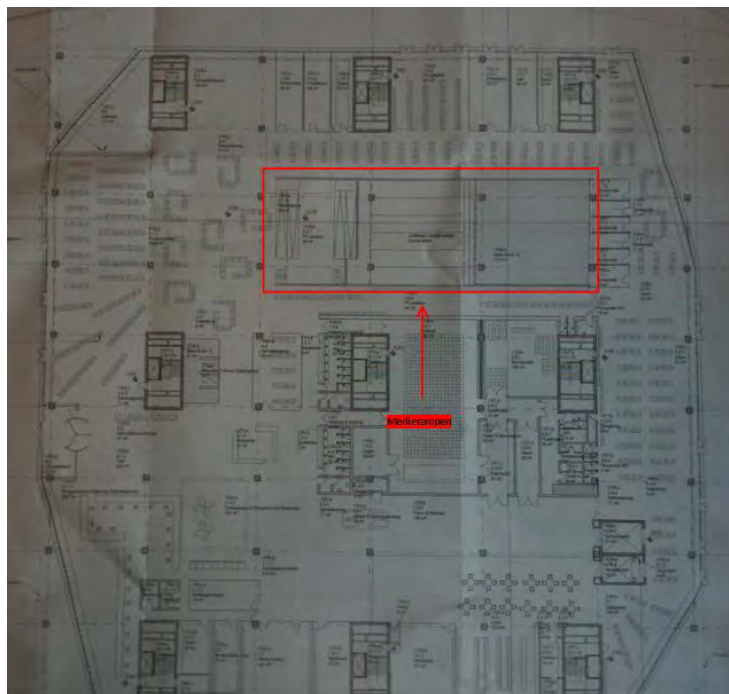
Figur 15: Medierampen, screenshot fra arkitekt-video, fra www.multimediehuset.dk

Generelt

Medierampen⁴ forbinder niveau 1 med niveau 2 og er en central del af biblioteket.

Rampen er omkring 15 meter bred og 40 meter lang. Medierampen hæver sig af flere omgange, og danner dermed plateauer der fungerer som en aktiv del af biblioteket, med oplagring af bøger samt opholdspladser med sofagrupper til fordybelse i bibliotekets materiale.

Der bliver i det følgende afsnit beskrevet 3 løsningsforslag af hvorledes rampen kan udføres.



Figur 16: Placering af medierampen

⁴ Rampens udformning fremgår af denne video: <http://vimeo.com/6191176>

Løsningsforslag 1 – medierampe i gennemskinnelig beton

Medierampen har en meget central placering i Multimediehuset og vil fremstå meget markant i bygningen. Derfor tænkes rampen udført i gennemskinnelig beton, som et alternativt materiale i forhold til traditionelt beton eller stål. Ved at bruge gennemskinnelig beton vil konstruktionen fremstå lettere og skabe en effektiv og speciel bygningsdel som vil karakterisere byggeriet. Derudover vil det hjælpe til øget lysindfald i midten af bygningen. Noget af dækket under rampen er projekteret til at blive udført i glas således at man kan se ned på vejen, som løber igennem Multimediehuset. Dermed vil der være god harmoni imellem glasdækket og rampen af gennemskinnelig beton.

Gennemskinnelig beton vil blive beskrevet nærmere i det efterfølgende afsnit. Med hensyn til udførelsen, vil det være nødvendigt at lave en stor stålramme/gitterkonstruktion da den gennemskinnelige beton udføres i præfabrikerede blokke op til 1200x400mm. Søjlerne til at bære stålrammerne tænkes udført i almindelig beton da disse søjler er gennemgående, og også skal bære laster fra de øvrige etager. Hvis stålkonstruktionen bliver for stor og dominerende kan noget af lethed og elegancen ved den gennemskinnelige beton gå væk, da stålkonstruktionen vil skabe en skyggeeffekt på bagsiden af betonen. Derfor skal stålrammen minimeres så meget som muligt.

En anden metode til montering af blokkene kunne være at sætte dem sammen som perler på en snor, og derefter spænde blokkene sammen, så det bliver en efterspændt konstruktion.

En anden faktor er prisen. Gennemskinnelig beton er ikke særligt udbredt og der er kun få producenter. Det er derfor meget dyrere end almindelig beton og det skal derfor vurderes om effekten ved at bruge gennemskinnelig beton opvejer de økonomiske omkostninger.

Gennemskinnelig beton

Gennemskinnelig beton, er en blanding af optiske fibre og fint højstyrke beton. Det er gennemskinneligt pga. fibrenes lille størrelse (80µm), og at de blendes ind i betonen, skabes der en passage til at transportere lys igennem betonen. Fibrene ligger i lag af 1-3mm og er fuldt integreret i den homogene beton. Ved hjælp af gennemskinnelig beton, skabes der muligheder for at få lys ind i rum som før var afskærmet fra naturligt lys. Gennemskinnelig beton kan leveres i hvid, grå og sort og produceres i præfabrikerede blokke, af forskellige størrelse og tykkelse.

Ved implementeringen i facadekonstruktioner har Luccon udviklet en blok kaldet LucconTherm. Blokken består af 2 lag gennemskinnelig beton med et lag isolering i midten. Isoleringen har ingen indflydelse på betonens gennemskinnelighed. Elementet har en k-værdi på 0,18 W/m²k og leveres i blokke af etage høje elementer. Dermed skabes muligheder for fuldstændigt at integrere betonen i facadekonstruktionen.



Figur 17: Demonstration af gennemskinnelig beton

Producenter af gennemskinnelig kan nævnes: Litracon og Luccon.

Specifikationer leveret af Litracon:

- Beton densitet 2100-2400 kg/m³
- Trykstyrke 50 N/mm²
- Bøjningsbæreevne 7 N/mm²
- Maksimal blok størrelse: 1200x400
- Tykkelse: 25-500mm

Den danske rådgivende ingeniørvirksomhed Cowi A/S har udredt en rapport⁵ om mulighederne for implementering af gennemskinnelig beton som dele af den bærende konstruktion.

Rapporten inkluderer trykstyrketest til bestemmelse af betonens trykstyrke, og dermed vurdering af muligheden for at bruge gennemskinnelig beton som en del af den bærende konstruktion. Samt mikro- og makro analyser af betonen til bestemmelse af dens indhold.

Cowi konkluderer at betonen fungerer udmærket som et lysledende materiale, og at de oplyste specifikationer fra producenten stemmer overens med de testede blokke. Dermed skulle det være muligt at benytte gennemskinnelig beton som del af den bærende konstruktion. Før anvendelsen af gennemskinnelig beton i udendørs miljø bør det dokumenteres hvorledes betonen opfører sig på længere sigt, ved udsættelse for de ydre elementer. Cowi påpeger også at anvendelsen af gennemskinneligbeton vil være begrænset til meget specifikke områder pga. en meget høj indkøbspris. Litracon har oplyst en listepriis på 3880 euro/m² – 200mm tykkeblokke, hvilket er mange gange dyrere end almindelig beton.



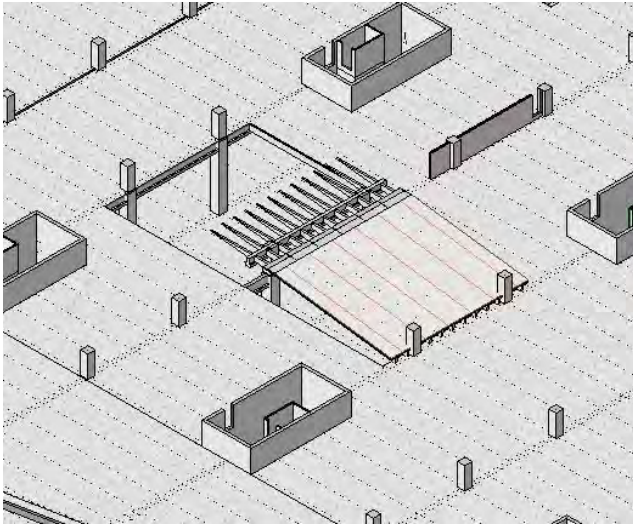
Figur 18: Gennemskinnelig beton med mellemliggende isolering



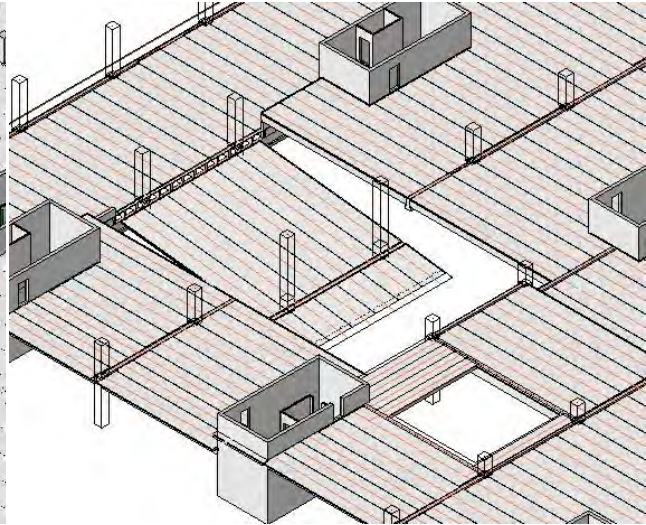
Figur 19: Gennemskinnelig beton udført som trappetrin

⁵ Concrete network, Cowi Group – Transparent Concrete: Concret studies and applications. Feb. 2010

Løsningsforslag 2 - armeret beton



Figur 20: Medierampen fra niveau 1, screenshot fra revit



Figur 21: Medierampen fra niveau 2, screenshot fra revit

Medierampen udføres i armeret beton, opført i betonelementer, som har samme bredde som dækelementerne.

Elementerne til rampen ligger af på bjælker og søjler, som det ses på billederne ovenfor.

Grundet rampens størrelse understøttes rampen på midten.

Løsningsforslag 3 - stål

Udføres medierampen i stål, vil der blive lavet en gitterkonstruktion, som understøttes på bjælker og søjler, som vist på de ovenstående billeder.

Kriterier for valg af løsning

For at vælge den bedste løsning for medierampen, opstilles der følgende kriterier.

1. Pris (20 %)
2. Arkitektonisk fremtoning (40 %)
3. Vægt af medierampen (10 %)
4. Bæreevne (slankhed af konstruktionen) (15 %)
5. Montering (15 %)

Analyse af løsningsforslag

Løsningsforslag 1 med gennemskinnelig beton er meget dyr og er svær at montere, da betonblokkene er nødt til at blive placeret i en gitterkonstruktion af stål, eller efterspændes på stedet med kabler. Den

arkitektoniske fremtoning ved brug af gennemskinnelig beton vurderes at være meget høj, da lyset kan skinne gennem betonen og området omkring rampen vil virke mere åben når der er lys både nedefra og oppefra.

Løsningsforslag 2 med almindeligt armeret beton har en meget stor fordel, da det umiddelbart er lettere at bygge denne sammen med resten af konstruktionen, som også bygges i betonelementer.

Løsningsforslag 3 med stål vurderes at være lettere at montere end løsningen med gennemskinnelig beton, da opbygningen af stålkonstruktionen kan laves på en bedre måde end ved løsningsforslag 1.

Gitterkonstruktionen som rampen laves af, vil skabe en lille åbenhed da man har mulighed for at udføre den, så man kan se gennem siden af rampen.

	Pris	Arkitektonisk fremtoning	Vægt af medierampen	Bæreevne	Montering	Samlet
Vægtning [%]	20	40	10	15	15	100
Løsningsforslag 1	1	7	4	4	4	460
Løsningsforslag 2	6	4	6	4	7	505
Løsningsforslag 3	5	4	4	3	5	420

Karakter fra 1-10 (10 er højest)

Karakter og vægtning er tildelt af gruppen på baggrund af vurderinger.

Anbefalet løsningsforslag

Det anbefales at vælge løsningsforslag 2, hvor rampen udføres i armeret beton. Dette vælges på baggrund af den ovenstående vægtning.

Det er dog i gruppens interesse at kigge nærmere på løsningsforslaget med gennemskinnelig beton, for at finde ud af om det kan lade sig gøre.

Konklusion

Formålet med dispositionsforslaget er at fastsætte forudsætningerne for projektet. Det er beskrevet hvor Multimediehuset er placeret, og hvad funktionen for bygningen er.

Det er beskrevet hvad den arkitektoniske idé med bygningen er, og hvordan bygningen er bygget op. I den statiske projekteringsrapport er der beskrevet hvordan den statiske opbygning af Multimediehuset er.

Der er lavet en tegning over hovedføringskanaler til ventilation, samt beskrevet hvordan bygningen skal ventileres.

Der er udarbejdet løsningsforslag til medierampen og tagkonstruktionen og en videre løsning for begge konstruktionsdele er valgt.

Tegningsliste

Arkitekttegninger

Nr.	Navn	Type	Dato	Afleveret i dispositionsforslaget	Afleveret i projektforslaget	Afleveret i hovedprojektet
A1	Situationsplan	Plan	2010-09-17	X		
A2	Plan, Niveau 3	Plan	2010-09-17	X		
A3	Plan, Niveau 2	Plan	2010-09-17	X		
A4	Plan, Niveau 1	Plan	2010-09-17	X		
A5	Plan, Niveau 0	Plan	2010-09-17	X		
A6	Plan, Niveau -1	Plan	2010-09-17	X		
A7	Plan, Niveau -2	Plan	2010-09-17	X		
A8	A-A og B-B	Snit	2010-09-17	X		
A9	Facader, nord og vest	Opstalt	2010-09-17	X		
A10	Facader, syd og øst	Opstalt	2010-09-17	X		

Installationstegninger

Nr.	Navn	Type	Dato	Rev.	Afleveret i dispositionsforslaget	Afleveret i projektforslaget	Afleveret i hovedprojektet
I1	Plan, Niveau 3	Plan		1			
I2	Plan, Niveau 2	Plan		1			
I3	Plan, Niveau 1	Plan	2010-09-17	1	X		
I4	Plan, Niveau 0	Plan		1			
I5	Plan, Niveau -1	Plan		1			
I6	Plan, Niveau -2	Plan		1			

Øvrige tegninger

Nr.	Navn	Type	Dato	Rev.	Afleveret i dispositionsforslaget	Afleveret i projektforslaget	Afleveret i hovedprojektet
Ø1	Tidsplan	Plan	2010-09-17	1			
Ø2	Tidsforbrug	Plan		1			

X: Tegninger der er vedlagt i den pågældende fase.

Multimediehuset i Århus

Afgangsprojekt

Ingeniørhøjskolen i KBH



Statisk dokumentation

Dispositionsforslag

Indholdsfortegnelse

0.	Statisk projekteringsrapport (B1).....	4
0.1	Beskrivelse af byggeriet.....	4
0.1.1	Bygningens art, omfang, funktion og placering.....	4
0.1.2	Beskrivelse af bygningsdele.....	6
0.1.3	Konstruktivt princip.....	8
0.1.4	Brandtekniske forhold.....	9
0.1.5	Princip for montage.....	9
0.2	Konstruktionsprojektets organisation.....	9
0.2.1	Opgavefordeling med udarbejdelse af dokumentation.....	9
0.2.2	Kvalitetssikring.....	9
0.2.3	Tilsyn og udførelseskontrol.....	10
1	Projektgrundlag (A1).....	10
1.1	Dimensioneringsforudsætninger.....	10
1.1.1	Normer og litteratur, EDB-programmer m.v.....	10
1.1.2	Konsekvensklasse.....	10
1.1.3	Funktions- og stivhedskrav.....	10
1.1.4	Materialer.....	10
1.1.5	Geotekniske forhold.....	11
1.1.6	Robusthed.....	11
1.2	Lastansættelse.....	11
1.2.1	Dynamiske laster.....	12
1.2.2	Laster fra svind, krybning og temperatur.....	12
1.2.3	Statiske og kvasistatiske laster.....	12
1.2.4	Lastkombinationer.....	12
2	Statiske beregninger.....	13
2.1	Lastnedføring.....	13
2.1.1	Nedføring af lodrette laster.....	13
2.1.2	Nedføring af vandrette laster.....	13
2.2	Hovedstatik, herunder bygningsstabilitet.....	13
2.2.1	Statisk analyse af konstruktioner.....	13
2.2.2	Samlinger.....	13
3	Bilag.....	Fejl! Bogmærke er ikke defineret.

4	Tegningsliste	14
---	---------------------	----

0. Statisk projekteringsrapport

0.1 Beskrivelse af byggeriet

0.1.1 Bygningens art, omfang, funktion og placering

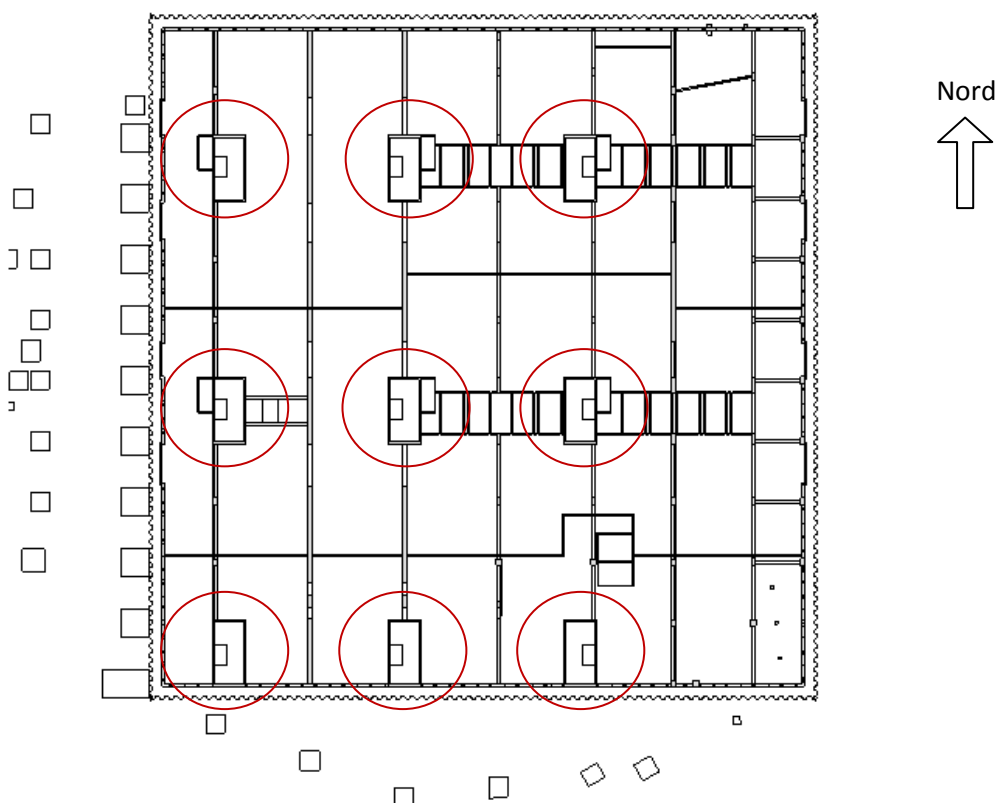
Der skal opføres en 4 etagers bygning på ca. 39.150 m², som hovedsageligt skal bruges til let erhverv, borgerservice og bibliotek. Derfor er der behov for store og mellemstore åbne rum, samt mindre lukkede lokaler på alle etager.

Under bygningen, vil der blive etableret en underjordisk automatisk parkeringskælder, med plads til 1000 biler.

Byggeriet er placeret på den sydlige del af havnen i Århus.

Bygværkets opbygning

Der er 9 stabiliserende kerner i bygningen, disse er markeret med røde cirkler på den nedenstående tegning.



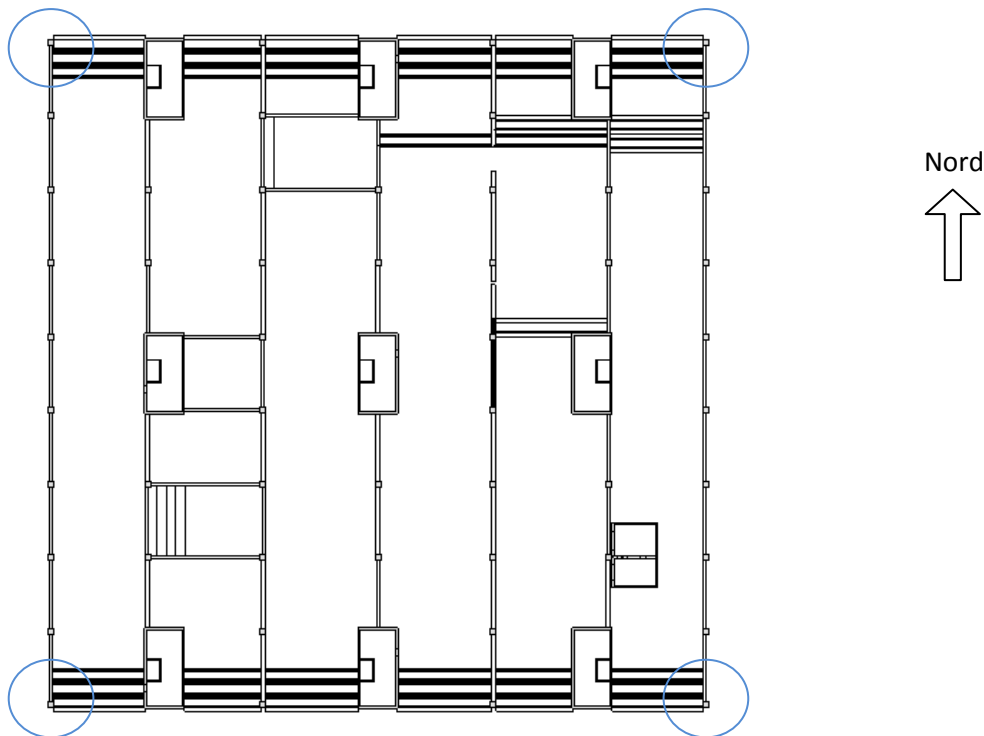
Figur 1: Niveau -1, øverste etage i automatisk P-kælder. – Grundbygningens størrelse.

Grundbygningen er 85 x 86 meter, som er målende mellem hjørnesøjler, som danner en firkant i huset. Se figur 2. Der er ingen vægge i stueetagen, da der her er mulighed for at køre sin bil ind i den automatiske P-kælder, og det er også på dette niveau letbanen skal køre i.

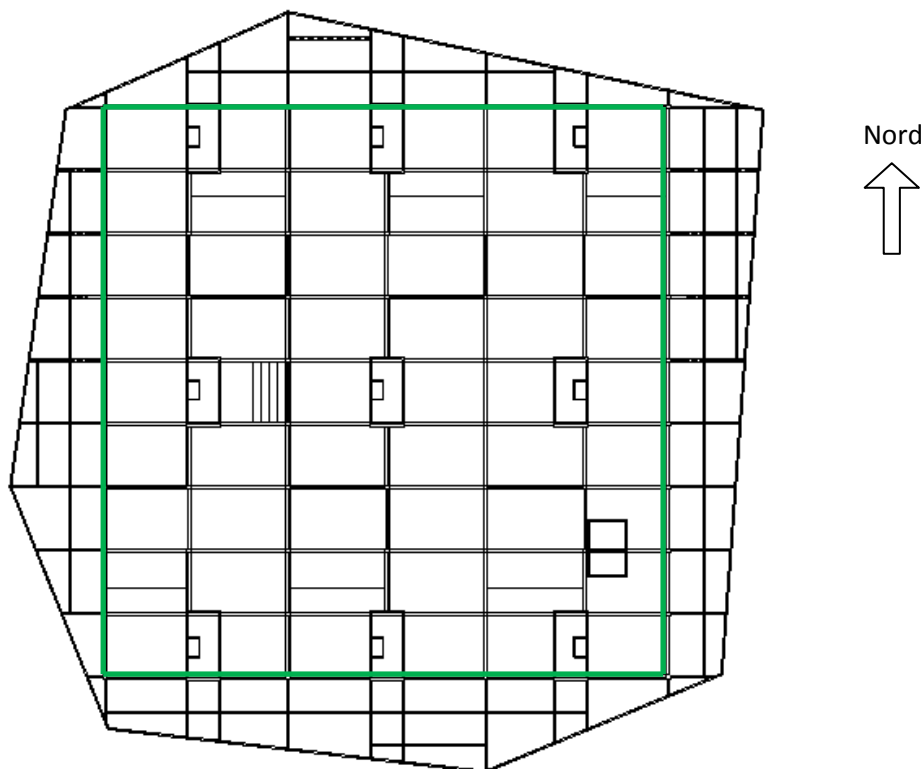
På 1. etage i bygningen er hjørnerne af grundbygningen skåret af, i 2 forskellige vinkler. På 2. etage er etagestørrelsen den samme som grundbygningen, men på dette plan er gulvniveauerne forskudt, i 3 forskellige højder.

På den øverste etage, niveau 3, som også er en del af tagkonstruktionen er konstruktionen udkraget på alle sider af bygningen. Udkragningen kan ses på figur 3. den største udkragning er ca. 15 meter.

For hver 9,6 m nord-syd og 12,6-15 m øst-vest er der gennemgående søjler gennem hele bygningen, fra stuen til 3. etage. – søjlerne er viste på nedenstående tegning som små firkanter.



Figur 2: Niveau 1, 2. etage. + markering af hjørnesøjler.



Figur 3: Niveau 3, 3. etage. – tag, med markering af grundbygning.

Bygningens areal og koter til overkant dæk er angivet i nedenstående tabel.

	Niveau	Areal [m ²]	Koter OK. Dæk [m]
P-kælder	-2	9.040	- 07,100
P-kælder	-1	2.580	- 03,085
Stue	0	3.250	+ 02,500
1. etage	1	6.930	+ 09,370
2. etage, nedre	2.1	7.230	+ 14,100
2. etage, midt	2.2		+ 15,485
2. etage, øvre	2.3		+ 16,870
3. etage	3	10.120	+ 21,665
Tag	4	10.120	+ 25,965

0.1.2 Beskrivelse af bygningsdele

Hovedkonstruktionen ønskes præfabrikeret i størst muligt omfang.

0.1.2.1 Dæk under kælder

Der benyttes TT-bjælker som hviler på fundamentsbjælker, disse er pælefunderet ned på stor dybde. Denne løsning er valgt, for at modvirke skævvridninger i bygningen, da der optræder forskellige sætninger af havbunden, grundet den uensartede jordbund i området.

0.1.2.2 Terrændæk

Terrændækket støbes in-situ, og understøttes af stabiliserende kerner og søjler/bjælker.

0.1.2.3 P-kælder

Kældervægge, samt kælderdek, udføres in-situ.

Spunsen for byggegruben udføres som permanent spuns. Indenfor spunsen, støbes en betonvæg til optagelse af skivekræfter og lodrette laster.

0.1.2.4 Stabiliserende kerner

De 9 stabiliserende kerner i bygningen udføres in-situ.

0.1.2.5 Ydervægge

Hovedparten af facaderne er dækket med glas, som spænder mellem etagerne. Hvor der ikke er glas, skal der opbygges lette ydervægge i letklinker som afsluttes med metal eller glasplade. For placering af glas og let ydervæg, se plantegninger.

0.1.2.6 Indervægge

Omkring vådrum udføres indervægge som letklinkervægge. Til øvrige indervægge anvendes et stålskelet, som beklædes med forskellige materialer alt efter rummets anvendelse.

0.1.2.7 Etagedæk

Etage og tagdæk ønskes udført som dobbelt TT-elementer, som spænder øst-vest.

0.1.2.8 Bjælker og søjler

Bjælker og søjler udføres i armeret beton.

Der benyttes KB- og KBE-bjælker i hele grundbygningen. Bjælker til udkragninger fastlægges i projektforslaget.

Der benyttes firkantede betonsøjler.

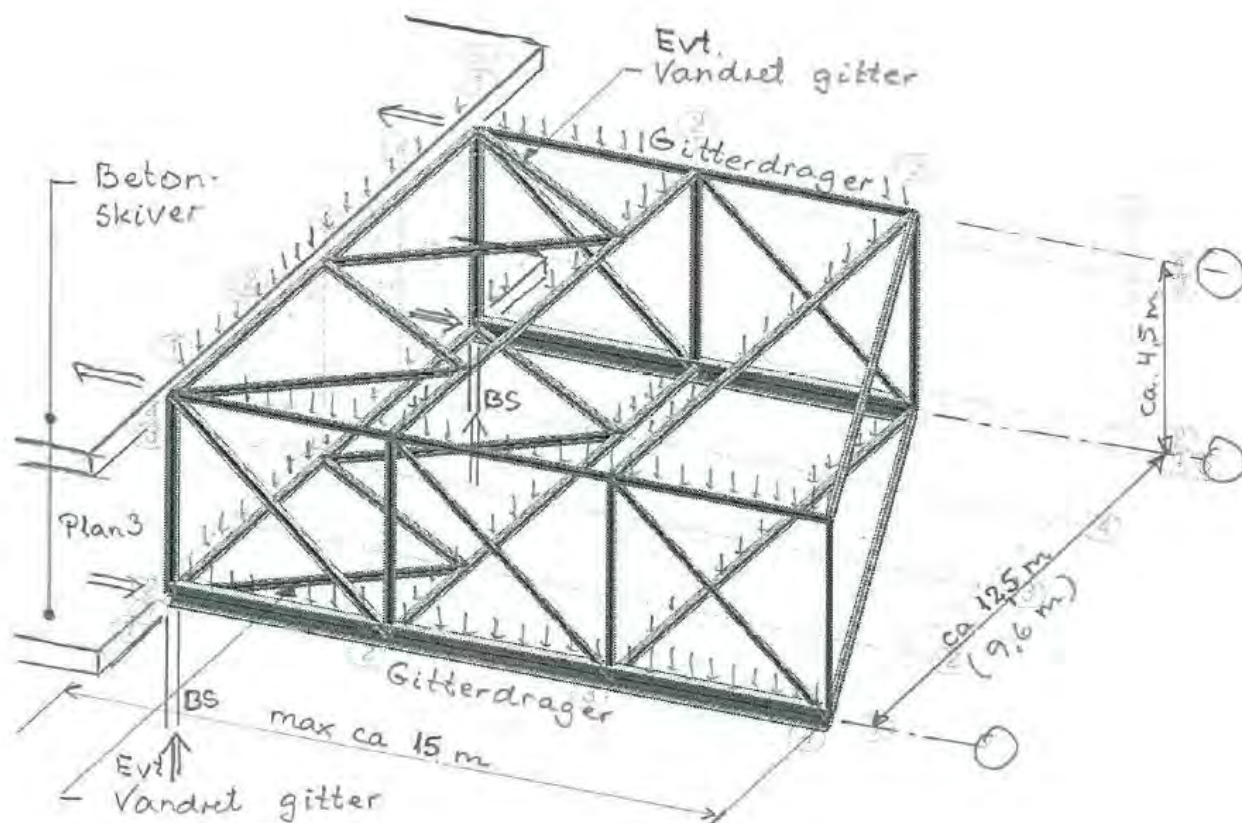
0.1.2.9 Trapper og ramper

Indvendige trapper udføres som betonelementer. Forskellige løsningsforslag for Medierampen er beskrevet i rapporten "Forudsætninger og forundersøgelser – Dispositionsforslag".

0.1.2.10 Tagopbygning

Den udkragede del af tagkonstruktionen opbygges som et stål-gitter, på figur 4 kan ses en principskitse af hvordan den udkragede del kan udføres.

Tagkonstruktionen opbygges videre af trykfast isolering, der beklædes med 3 lag tagpap og solceller.



Figur 4: En principskitse af den udkragede del af tagkonstruktionen.

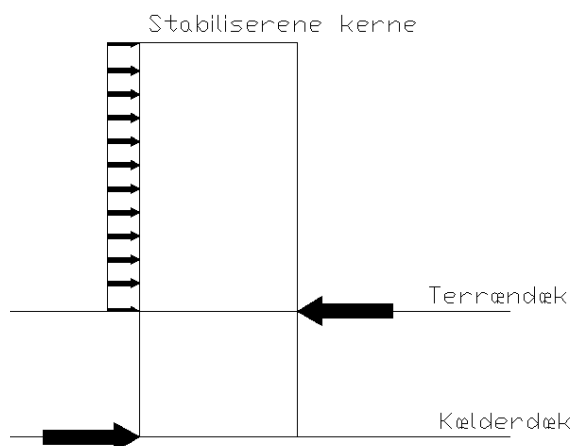
0.1.2.11 Gulvopbygning

Udelades i denne fase

0.1.3 Konstruktivt princip

Tag- og etagedæk understøttes af bjælker, som igen understøttes af gennemgående søjler, som går fra kælder til 3. etage.

De 9 kerner og søjlerne udgør den stabiliserende del af bygningen. Det er herigennem de lodrette og vandrette laster bliver optaget, og ført ned til fundamentet. De vandrette laster bliver dog kun optaget gennem de stabiliserende kerner, som virker som indspændte søjler i kælderdek og terrændæk. Se figur 5 for illustration.



Figur 5: Optagelse af vandret last i kerne

0.1.4 Brandtekniske forhold

I henhold til Erhvervs- og Byggestyrelsen [*Brandsikring af byggeri, eksempelsamling 2006*] udføres bygningens bærende konstruktioner hovedsageligt som BS120, dette gælder også bjælker, søjler, stabiliserende kerner samt stålet i den udkragede del af tagkonstruktionen, dette skal laves med en brandmaling.

Øvrige bygningsdele udføres som BS60. Dette er gældende, da bygningen er i flere etager, hvor højden til gulv i øverste etage er mellem 12 m og 22 m over terræn.

0.1.5 Princip for montage

Udelades i denne fase

0.2 Konstruktionsprojektets organisation

0.2.1 Opgavefordeling med udarbejdelse af dokumentation

Som udgangspunkt vælges betonelementer fra Spæncom.

Gruppen udfører dimensionering af bygningsdele, herunder også en overordnet dimensionering af fundamenter, og sørger for at den overordnede sammenhæng mellem de forskellige beregningsbidrag.

0.2.2 Kvalitetssikring

Interne vejledere: Jesper Molin (installationer), Birte Møller Andersen (husbygning), Mads Nicolaj Jensen (konstruktioner), Tommy Johansen (konstruktioner) og censor kvalitetssikrer materialet til eksamen.

0.2.3 Tilsyn og udførelseskontrol

Ikke aktuelt

1 Projektgrundlag (A1)

1.1 Dimensioneringsforudsætninger

1.1.1 Normer og litteratur, EDB-programmer m.v.

Litteratur:

- [1] Teknisk ståbi, 20. udgave
2009 – Nyt teknisk forlag
- [2] DS/EN 1991
EuroCode 1: Laster
- [3] DS/EN 1992
EuroCode 2: Betonkonstruktioner
- [4] DS/EN 1993
EuroCode 3: Stålkonstruktioner
- [5] Stålkonstruktioner efter DS/EN 1993,
1. Udgave 2009 – Nyt teknisk forlag

EDB-programmer:

- [6] MultiFrame
Statisk beregningsprogram

1.1.2 Konsekvensklasse

I henhold til EuroCodes vurderes byggeriet henført til høj konsekvensklasse (CC3), da bygningen har flere etager og højden til gulv i øverste etage er mere end 12 m over terræn.

1.1.3 Funktions- og stivhedskrav

Ikke aktuelt

1.1.4 Materialer

1.1.4.1 Betonkonstruktioner

Betonkonstruktioner i udendørs miljø, herunder bl.a. søjler i niveau 0, ydervægge og udendørs trapper opføres i henhold til aggressiv miljøklasse, og hensættes til en betontrykstyrke på 35 MPa.

Betonkonstruktioner i indendørs miljø, herunder bl.a. søjler i niv. 1, 2 og 3, indervægge og indendørs trapper og ramper opføres i henhold til passiv miljøklasse, og hensættes til en betontrykstyrke på 20 MPa.

Der benyttes den samme armeringsstyrke ved al in-situ betonarbejde. Der benyttes 550 MPa.

1.1.4.2 Stålkonstruktioner

Stålkonstruktionen som udgør den udkragede del af tagkonstruktionen, hensættes til styrkeklasse S275.

1.1.4.3 Trækonstruktioner

Ikke aktuelt

1.1.4.4 Murværk

Ikke aktuelt

1.1.5 Geotekniske forhold

Grundet en meget besværlig undergrund, af hovedsageligt fed ler, er det valgt at afgrave og opfylde en del jord, samt pælefundere hele bygningen ned til stor dybde. Der benyttes fundamentbjælker til bærende vægge og terrændæk. Fundamentbjælkerne pælefunderes.

Byggegruben opbygges med jernbetonpæle, som rammes til det bærende tertiære lerlag. For oplysninger om grundforhold se afsnittet om grundforhold i rapporten "Forudsætninger og forundersøgelser - Dispositionsforslag".

1.1.6 Robusthed

Udelades i denne fase

1.2 Lastansættelse

Etage- og tagdæk regnes for at være uendeligt stive i eget plan.

De lodrette laster føres ned til jorden via søjler og de 9 stabiliserende kerner. De vandrette laster føres ligeledes ned til jorden via de stabiliserende kerner, som virker som indspændte søjler, indspændt i fundamentet, se figur 5 for illustration.

1.2.1 Dynamiske laster

1.2.2 Laster fra svind, krybning og temperatur

Ikke aktuelt

1.2.3 Statiske og kvasistatiske laster

1.2.3.1 *Egenlast*

Udelades i denne fase

1.2.3.2 *Nyttelast*

Af hensyn til fremtidig ombygning af Multimediehuset, vælges det at nyttelasten er den samme overalt i bygningen. Det er vurderet, at der vil være størst nyttelast på biblioteket, grundet bøgerne, og der vil derfor findes en værdi ud fra denne forudsætning.

1.2.3.3 *Snelast*

Udelades i denne fase

1.2.3.4 *Vindlast*

Udelades i denne fase

1.2.3.5 *Masselast*

Udelades i denne fase

1.2.3.6 *Ulykkelast*

Udelades i denne fase

1.2.4 Lastkombinationer

Udelades i denne fase

2 Statiske beregninger

2.1 Lastnedføring

2.1.1 Nedføring af lodrette laster

De 9 kerner og søjlerne udgør den stabiliserende del af bygningen. Det er herigennem de lodrette laster bliver optaget, og ført ned til fundamentet.

2.1.2 Nedføring af vandrette laster

De vandrette laster bliver optaget gennem de 9 stabiliserende kerner, som virker som indspændte søjler i kælderdek og terrændæk. Se figur 5 for illustration.

2.2 Hovedstatik, herunder bygningsstabilitet

2.2.1 Statisk analyse af konstruktioner

2.2.2 Samlinger

Udelades i denne fase

4 Tegningsliste

4.2 Konstruktionstegninger

Nr.	Navn	Type	Dato	Afleveret i dispositionsforslaget	Afleveret i projektforslaget	Afleveret i hovedprojektet
K1	Plan, Niveau 3	Plan				
K2	Plan, Niveau 2	Plan				
K3	Plan, Niveau 1	Plan	2010-09-17	X		
K4	Plan, Niveau 0	Plan				
K5	Plan, Niveau -1	Plan				
K6	Plan, Niveau -2	Plan				
K7	Dækplan over niveau 3	Plan				
K8	Dækplan over niveau 2	Plan				
K9	Dækplan over niveau 1	Plan	2010-09-17	X		
K10	Dækplan over niveau 0	Plan				
K11	Terrændæk	Plan				
K12	Dækplan over niveau -2	Plan				
K13	Fundamentplan	Plan	2010-09-17	X		
K14	Hovedsnit, øst-vest	Snit				
K15	Hovedsnit, nord-syd	Snit				

X: Tegninger der er vedlagt i den pågældende fase.

