



Fjerde essay:

# HVELVET

Av Espen Surnevik

Tidligere utgivelser i denne serien:

- 1: Gulvet 3 ◦ 2019
- 2: Massivet 3 ◦ 2020
- 3: Muren 1 ◦ 2021
- 4: Buen 3 ◦ 2021



Espen Surnevik driver arkitektpraksis i Oslo og har en professorstilling ved Institutt for arkitektur ved AHO. Han arbeider med ulike byggeprosjekter i Norge og søker å benytte fenomenologisk- og historisk kontekst som kilde i sine prosjekter. PAN-tretopphyttene i Åsnes er eksempler på dette. Kirkene i Våler og Porsgrunn utgjør de mest omfattende prosjektene, og disse er utviklet over flere år. Surnevik har mottatt flere priser for sine prosjekter, blant annet Statens Byggeskikkpris.

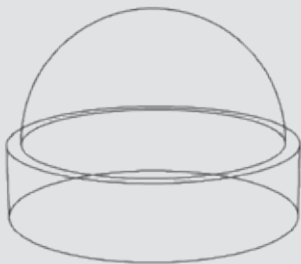
## Et omsluttende rom

Hvelvet var mulig å bygge gjennom kunnskapen om å bygge en stabil mur, og spenne over en åpning i muren med en bue. Ved å mure en rotunde som gradvis fikk mindre diameter oppover, oppsto en stabil bygningsform; kuppelhvelvet.

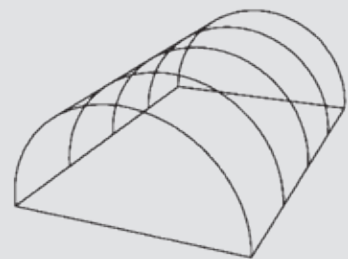
Der buen er et todimensjonalt system som utspiller seg i et vertikalt plan, som åpningen i en mur, kan hvelvet beskrives som en tredimensjonal bue, med buesegmenter som er dreid 360 grader, og som former en kuppelkonstruksjon.



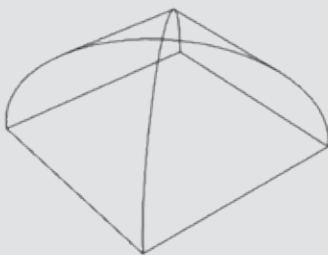
Klosteret på øya Skellig Michael (Michaels klippe) fra 588 e.v.t. på vestkysten av Irland. Her bodde munkene i bikubelignende steinhytter (clochan) – kuppelhvelv oppmurt av naturstein. Foto: highlander411/wikimedia



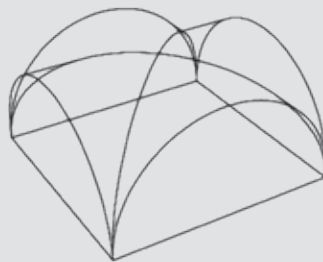
kuppelhvelv



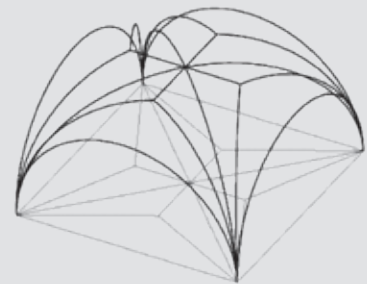
tønnehvelv



kloster- eller kappehvelv



krysslhvelv



stjernehvelv

Eksempler på hvelv. Ill.: Mats Halldin/wikimedia



Ktesifonporten i Taq-e Kesra-palasset ('Khesras trone') i Ktesifon, Irak. Tønnehvelvet trolig bygget omkring år 250–500 e.v.t. Det er 37 meter høyt, 26 meter bredt og var opprinnelig 50 meter langt og er dermed verdens nest største tønnehvelv i uarmert murverk. Foto fra 1932: the United States Library of Congress's Prints and Photographs division (wikipedia)

Et symmetrisk hvelv har fabelaktig stabile statiske egenskaper gjennom å føre like store krefter likeverdig utover til sidene i toppen, og gradvis føre de horisontale kreftene nedover i kuppelen før de til slutt er rene vertikale krefter som føres ned i bakken.



Ktesifonporten i 1864, før høyresiden kollapset. Kilde: Wonders of the Past/wikimedia

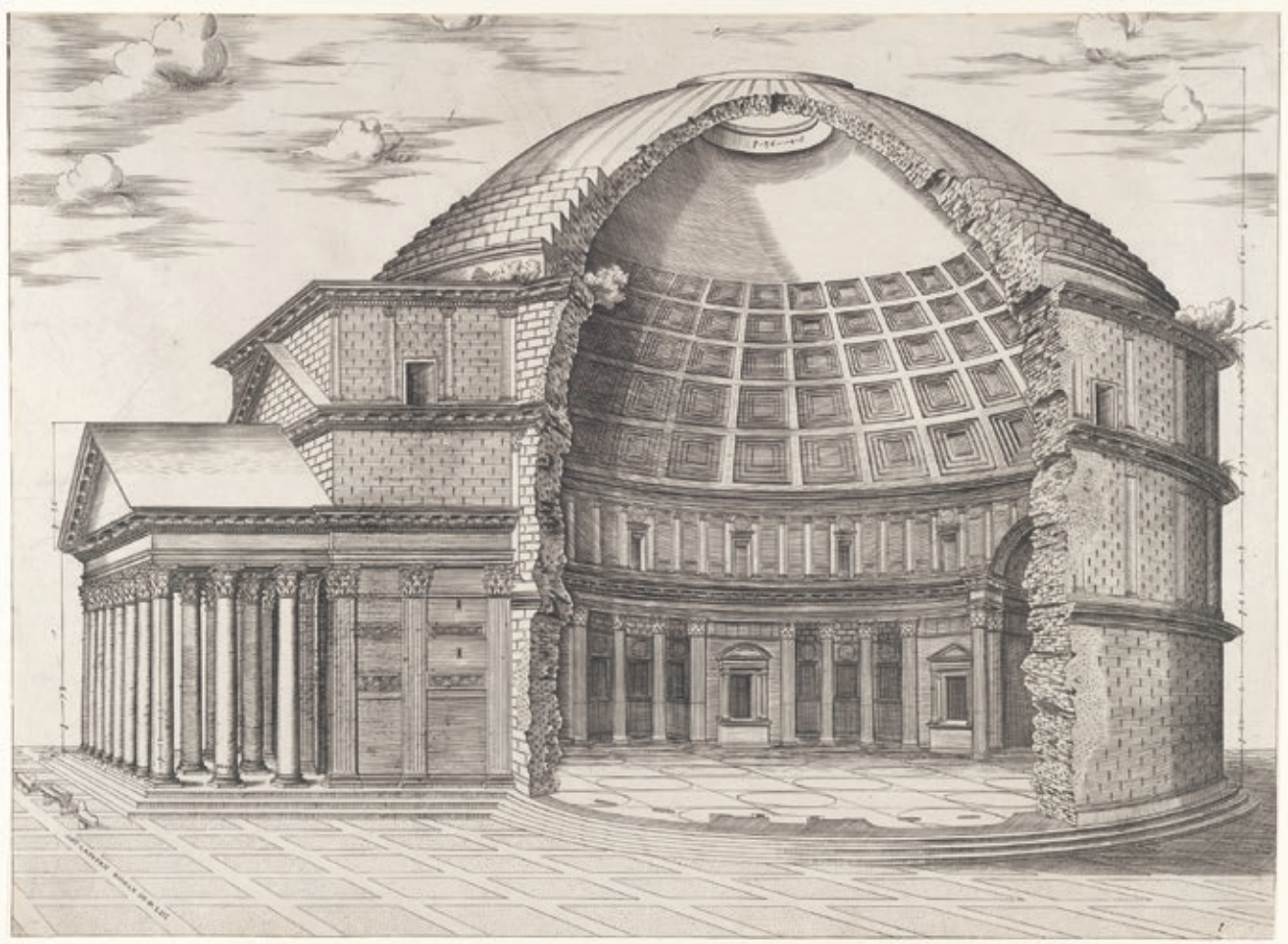
## Et stort søylefritt rom

Langtspennende bjelker, eller bjelker hvilende på søylesystemer er de tidligste metodene for å bygge store rom. Kunnskapen om å bygge hvelv revolusjonerte de arkitektoniske mulighetene til å lage store søylefrie åpne rom. Ikke bare var hvelvet en teknologisk nyvinning og en bygningsmessig bragd, men det ga også helt nye romlige egenskaper.

## Tønnehvelvet

Arkeologien kan tyde på at tønnehvelvet ble utviklet før kuppelhvelvet, og da til store bygninger. Man hadde teknologisk kunnskap til å mure den konstruktive buen, og tønnehvelvet kan sies å være en ekstrudering av denne: buen er strukket ut i lengderetning slik at den ikke bare overspinner en åpning, men danner et lengre rom.

Ktesifonporten i Irak, påbegynt ca. år 250 e.v.t., er et imponerende byggverk som vitner om at evnen til å mure store, kompliserte tønnehvelv er svært gammel. Det store hvelvet hviler på to side-massiver som holder det på plass: De horisontale kreftene i bunn av hvelvet holdes i sjakk slik at hvelvet ikke kolliderer.



Kuppelhvelv i Pantheon, Roma, år 113-125 e.v.t. Høyden på hvelvet og bredden på rotunden er den samme: 43 meter.  
Tegning fra 1553: Antonio Lafreri. Kilde: Bequest of Phyllis Massar, 2011/wikimedia

## Kuppelhvelvet

Kuppelhvelvet representerte ytterligere innovasjon og økt kompleksitet med tanke på konstruksjons- og byggeteknikk. Kuppelhvelvet forandret arkitekturhistorien ved at det ble mulig å lage høye og brede åpne rom uten søyler. Det tilfører også en helt spesiell egenskap gjennom å bli fokusert på det høyeste punktet i kuppelen, og dermed også på sentrum i rommet.

Pantheon i Roma står i en særstilling blant de første eksemplene på en stor

kuppelhvelvkonstruksjon. I tillegg til å representere en byggeteknisk innovasjon, representerer Pantheon også en materialteknologisk innovasjon gjennom at kuppelhvelvet er støpt i betong. Den innvendige kassettutformingen av kuppelen viser også en sofistikert forståelse av kuppelkonstruksjonen. Horisontale, og ikke minst vertikale ribber synliggjør kraftgangen i kuppelen og kassettene sparer betong og reduserer egenvekt mellom ribbene.

## Hvelvets preposisjon

Hvelvets preposisjon er først og fremst «under». Spesielt kuppelhvelvet former et sfærisk overspennende rom, som vi befinner oss under. Nettopp dette gir hvelvarkitekturen spesielle romlige egenskaper. Tønnehvelvet former et rom som uttrykker seg med en klar orientering og en akse langs tønnehvelvets høyeste nivå og retning. Dette innbyr til bevegelse langs tønnehvelvets høyeste nivå, som for eksempel ved en prosjesjonssakse i midten av kirkerommet i en klassisk langkirke.



Kuppelhvelv. Katedralen Santa Maria dei Fiore i Firenze år ble påbegynt i 1296. Kuppelen er utformet av Filippo Brunelleschi og ble påbegynt i 1419. Utsmykningen er malt av Giorgio Vasari og Federico Zuccari i 1572-1579.  
Foto: Maksim Sokolov/wikimedia

Kuppelhvelvet har en ganske annen arkitektonisk egenskap. I istedenfor å strekke seg ut i en lineær akse, strekker kuppelhvelvet seg mot et samlet topppunkt, som regel i sentrum av kuppelen. Dette gir en samlende virkning hvor dette punktet får spesiell oppmerksomhet i rommet. Også gulvpartiet under topppunktet får en spesiell betydning og en særstilling som areal i en kuppelhvelvsbygning.

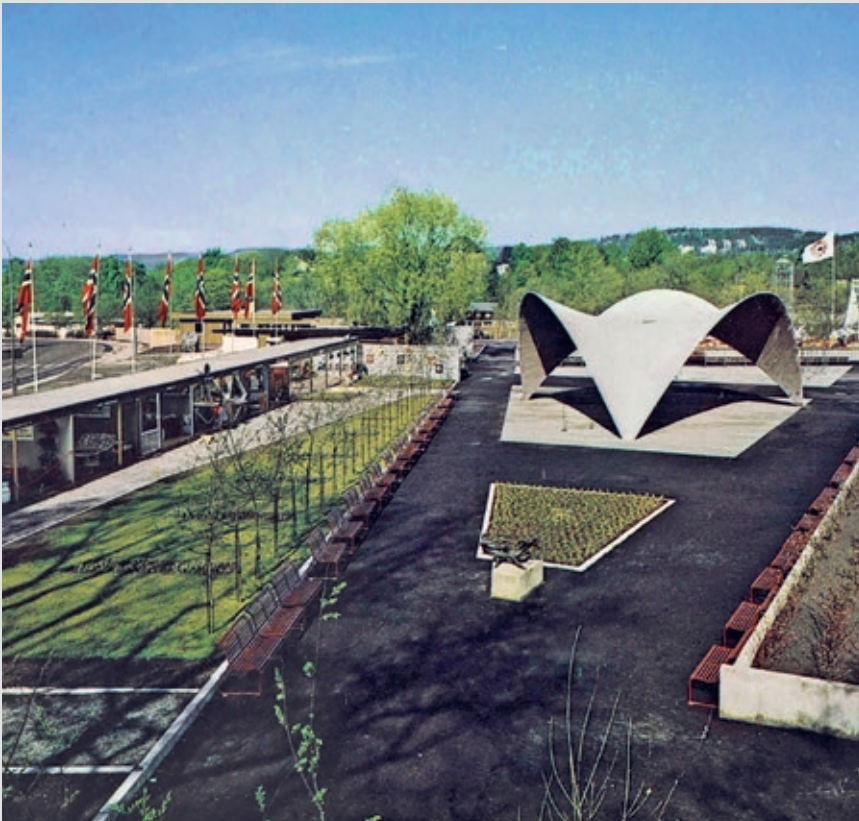
## Hvelvet i arkitektur

Tønnehvelvets geometri inviterer til en utgang og en inngang gjennom sine åpne ender. Dette velger jeg å se som en arkitektonisk egenskap gjennom at tønnehvelvrommet har en kontemporær og definert romlig opplevelse med en begynnelse og en slutt. Dette uttrykker noe annet enn kuppelhvelvet. Kuppelhvelvet er omsluttende uten en geometrisk begynnelse eller avslutning. Gjennom sin oftest sirkulære

grunnplan velger jeg å se kuppelhvelvet som uendelig og evig overspennende for det hele; rommet. Kuppelhvelvet kan også oppleves med likhet til hvordan vi forholder oss til himmelrommet som drar seg over verden fra øst til vest. Denne virkningen uttrykker seg også gjennom at flere kuppelhvelvskonstruksjoner er utsmykket med himmelmalerier og guddommelige avbildninger, jf. domene i Firenze-katedralen.



Candelaskall: L'Oceanogràfic i Valencia, Spania. 1994–2002. Ingeniør Félix Candela med Alberto Domingo og Carlos Lázaro.  
Foto: DAVID ILIFF. License: CC BY-SA 3.0



Ifølge Felix Candela er hyperbolske paraboloider den enkleste og mest praktiske formen et tynt betongskall kan ha. Et slikt dobbelt-buet skall kan beskrives som en sadel med ett sett buer i den ene retningen og ett sett omvendte buer i den andre. Spenningsene i betongen vil dermed bli såpass lave at kun et tynt armeringsnett er tilstrekkelig både for å oppta strekkrefter og for å hindre opprissing/sprekkdannelse som følge av kryp og temperaturbevegelser.  
Kilde: artmuseum.princeton.edu

Candelaskallet fra utstillingen Form og flora i Frognerparken. Oslo. 1965. Til tross for protester fra arkitekthold ble skallet revet i 1993.  
Kilde: digitalmuseum.no (lisens CC BY-SA)



Palazzetto dello Sport, Roma, Italia, 1957. Ingeniør Pier Luigi Nervi. (Basketballarena bygget til sommerolympiaden 1960.)  
Foto: Fortepan-ID 58007. Adományozó/Donor: Varga, Pierre/wikimedia

## Hvelvet som konstruksjon

Hvelvene har enestående egenskaper som konstruksjoner. Konstruksjonen og byggingen av domene på katedralen i Firenze var revolusjonerende i sin samtid. Evnen til å utvikle kuppelhvelvskonstruksjonen, og å forene denne geometrisk med estetikk og symbolikk, formet på mange måter idealet og ideen om renessansens arkitekt – en arkitekt som behersket både fysikk og estetikk i et humanistisk hele. Dette har preget arkitektrollen helt opp til vår egen tid.

Ut fra mitt arkitektoniske synspunkt har hvelvene egenskaper som kan sammenlignes med skallkonstruksjoner. Den spanskfødte ingeniøren og arkitekten Félix Candela er en av pionerne innen

moderne skallkonstruksjoner. Ved bruk av statikk, men kanskje først og fremst gjennom intuitiv forståelse av kreftenes gang, klarte Candela å uttrykke skallenes utrolige evne til å skape stor styrke med minimale tykkelser.

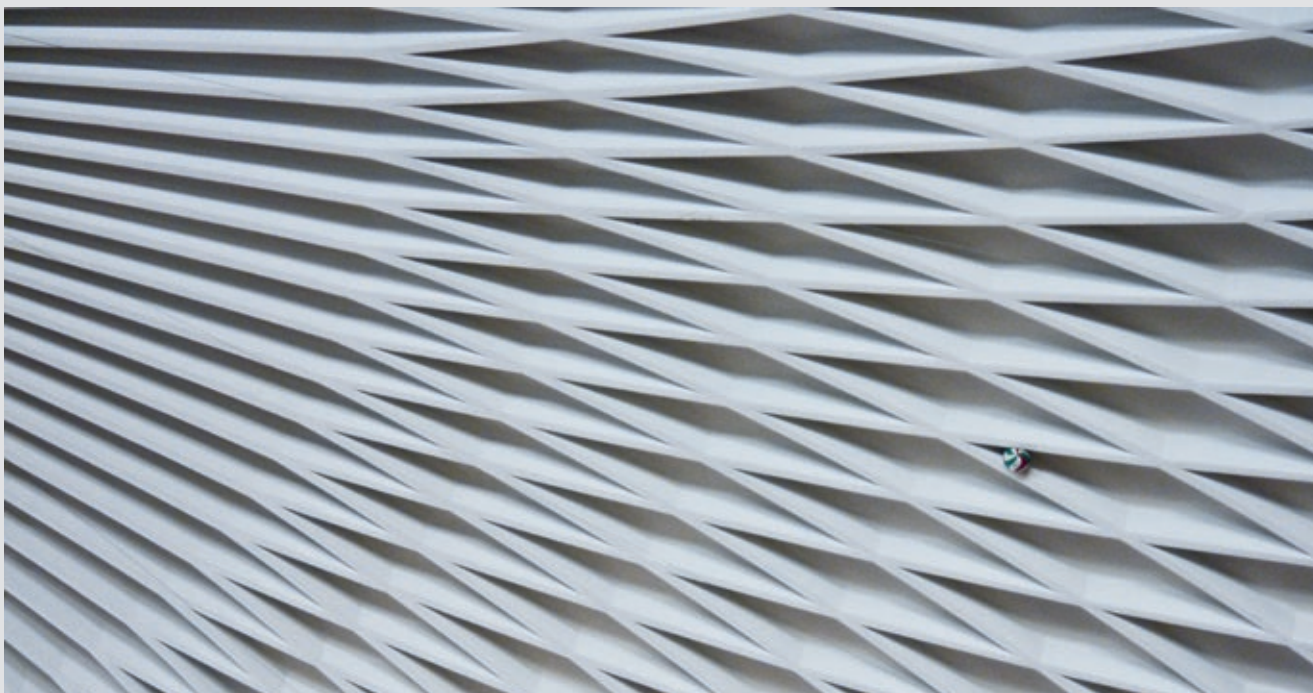
L'Oceanogràfic i Valencia er et av de siste prosjektene Candela var involvert i. Det oppsummerer kanskje hvor langt han klarte å utvikle metoder for bygging av slanke betongskall.

Fra et arkitektonisk ståsted er det balansen i hvelvenes geometrier som er nøkkelen til deres styrke og stabilitet. Straks hvelvene bringes ut av likevekt mister de mange av sine konstruktive egenskaper og muligheter. Foruten statikk

er det også hvelvenes balanserte oppbygning, likevekt og symmetri som er hvelvenes store arkitektoniske mulighet. Dette gjennom å skape balanserte midtpunkt og harmoniske midtakser i et rom, der hvelvene er høyest eller lavest.

## Hvelvet inn i modernismen

Teknologiske nyvinninger innen bjelker og dekker av stål og armert betong har i stor grad utkonkurrert hvelv som økonomiske byggesystemer. Like fullt har hvelvene fortsatt sine arkitektoniske egenskaper og romlige virkninger på mennesket. Det finnes flere eksempler



Palazzetto dello Sport: Innvendige betongribber i kuppelhvelvet. Den strukturelle referansen til de støpte ribbene i den nesten to tusen år eldre Pantheon, i samme by, er fascinerende. Ingeniør Pier Luigi Nervi, 1957. Foto: Absurdicus/wikimedia



Palazzetto dello Sport under bygging. Arenaens tak er et kuppelhvelv i betong med støpte ribber. Skallet er 61 meter i diameter, konstruert av 1620 prefabrikkerte betongelementer og med skrånstevre i betong. Mye av konstruksjonen var prefabrikkert, og hele kuppelhvelvingen ble bygget på førti dager. Kilde: Ministero dei beni e delle attività culturali e del turismo/wikimedia

på bruk av hvelv i moderne tid. Det var spesielt den italienske ingeniøren Pier Luigi Nervi som videreførte den italienske kunnskapstradisjonen omkring kuppelkonstruksjoner. Blant eksemplene kan nevnes idrettsanlegget Palazzetto dello Sport i Roma, der konstruksjonsforståelse og betongteknologi er fremvist på en nyskapende og enestående måte.

## Hvelvet i vår tid

Det kan se ut til at hvelvenes romlige kvaliteter har en renessanse i arkitektur i vår egen tid. Å bygge hvelv er dyrt og tidkrevende i dag, sammenlignet med andre byggeteknikker. Dette medfører at vi finner færre og relativt kostbare eksempler. Allikevel tilbyr hvelvene romlige opplevelser som ingen andre arketyper i arkitekturen.

De omsluttende rommene tønnehvelvet kan skape kommer godt til uttrykk i Jingdezhen Imperial Kiln Museum fra 2020. Jeg vil velge å beskrive disse rommene som høyreiste og monumentale, men også, på samme tid, lave og intime. Med andre ord: En unik romlig opplevelse. ■





Jingdezhen Imperial Kiln Museum i Kina er tegnet av Studio Zhu-Pei og sto ferdig i 2020.  
Se presentasjonen i mur+betong 1-2021. Foto: Arkitekten