



Undersøgelse af forhold, der er dimensionerende for kon- struktioner

RAMBOLL

Bright ideas.
Sustainable change.

Indholdsfortegnelse

Executive Summary	3
1. Indledning	4
1.1. Formål og læsevejledning	4
1.2. Hovedresultater	5
2. Metodeafsnit	6
2.1. Spørgeskemaundersøgelsen	6
2.2. Datagrundlag	7
2.3. Kvalitetssikring og validering	9
3. Nybyggeri	10
3.1. Fordeling af respondenter	10
3.2. Prioritering af dimensionerende forhold	11
3.3. Betydning af underliggende forhold	15
3.3.1. Konstruktionsregler	16
3.3.2. Arkitektur	19
3.3.3. Materialer	20
3.3.4. Tekniske installationer	23
3.3.5. Bygningsfysik	24
3.3.6. Økonomi og organisation	27
3.3.7. Produktion, transport og montage	29
3.3.8. Bæredygtighed	32
3.4. Opsamling	34
4. Eksisterende byggeri	36
4.1. Fordeling af respondenter	36
4.2. Ofte forekommende byggeherrebehov	38
4.3. Ofte forekommende udfordringer	43
4.4. Opsamling	48
5. Konklusion	49

Executive Summary

Udviklingen af et helhedsorienteret bygningsreglement (HOB) markerer et væsentligt skridt i implementeringen af den politiske aftale fra maj 2024 som tillæg til den Nationale Strategi for Bæredygtigt Byggeri. Med indførelsen af skærpede klimakrav pr. 1. juli 2025 øges behovet for et solidt vidensgrundlag om, hvordan de tekniske krav i bygningsreglementet i praksis påvirker dimensioneringen af bærende konstruktioner, materialeforbrug og bygningers samlede klimaaftryk – uden at gå på kompromis med sikkerhed, sundhed og kvalitet.

Denne undersøgelse er gennemført som led i Social- og Boligstyrelsens arbejde med HOB og udviklingen af nye nationale annekser til eurocodes. Formålet har været todelt: dels at skabe et systematisk overblik over, hvilke forhold der reelt er dimensionerende for bærende konstruktioner i nybyggeri, og dels at belyse de mest udbredte bygherrebehov og udfordringer i eksisterende byggeri, i forbindelse med renovering.

Undersøgelsen bygger på en omfattende spørgeskemaundersøgelse blandt erfarne praktikere suppleret med ekspertvalidering. Resultaterne viser, at konstruktionsreglerne er den mest styrende faktor for dimensioneringen i nybyggeri på tværs af bygningstyper. Særligt valg af statisk system, robusthedsregler og brandkrav sætter de grundlæggende rammer for projekteringen. Samtidig viser analysen, at andre forhold, herunder arkitektur, materialevalg, tekniske installationer og bygningsfysiske krav, har betydelig, men varierende betydning for de endelige dimensioner, afhængigt af bygningstype.

Undersøgelsen peger derudover på, at økonomiske og organisatoriske rammer spiller en væsentlig rolle. Budgetter medfører ofte valg af standardiserede og konservative løsninger frem for projektspecifik optimering, hvilket kan øge materialeforbrug og dermed klimaaftrykket.

Bæredygtighed fremstår som et område i udvikling. Klimakrav og LCA-beregninger har allerede fået reel betydning for materialevalg og dimensionering, særligt i kontorbyggeri, men spiller endnu en mere begrænset rolle i boligbyggeri. Manglende dokumentation for nye materialer fremhæves som en barriere for mere klimavenlige løsninger.

For eksisterende byggeri viser undersøgelsen, at ændret anvendelse og ændringer i etageareal er de hyppigste bygherrebehov og ofte udløser komplekse statiske og brandmæssige vurderinger. Den største udfordring i renoveringsprojekter er manglende dokumentation for eksisterende konstruktioner. Samtidig opleves nutidige krav – særligt til brand og konsekvensklasse, ofte som vanskelige at anvende proportionalt i eksisterende bygninger.

1. Indledning

Udviklingen af et helhedsorienteret bygningsreglement (HOB) er et centralt element i implementeringen af den brede politiske aftale, der blev indgået i maj 2024 som tillæg til den Nationale Strategi for Bæredygtigt Byggeri. HOB udvikles i et tæt samarbejde med branchen og skal understøtte en mere bæredygtig udvikling af byggeriet. Med skærpede klimakrav pr. 1. juli 2025 øges behovet for at forstå, hvordan de tekniske krav i bygningsreglementet påvirker materialeforbrug, konstruktionsdesign og de samlede klimaafttryk i byggeri. Samtidig står branchen over for krav om fortsat at sikre et højt niveau for personsikkerhed og kvalitet i både nye og eksisterende bygninger.

Som led i Social- og Boligstyrelsens (SBST) arbejde med HOB og udviklingen af nye nationale annekser til eurocodes gennemføres derfor denne undersøgelse af de forhold, der i praksis er dimensionerende for bærende konstruktioner. Undersøgelsen skal bidrage til fastlæggelsen af et kommende sikkerhedsniveau, der balancerer hensyn til sikkerhed, sundhed, ressourceforbrug og klimabelastning over bygningers levetid.

1.1. Formål og læsevejledning

Formålet med undersøgelsen er dobbelt. For det første skal den skabe et systematisk overblik over, hvilke forhold projekterende i nybyggeri reelt oplever som mest bestemmende for dimensioneringen af konstruktionsdele.

For det andet skal undersøgelsen belyse, hvilke bygherrebehov der forekommer oftest, samt hvilke krav og forhold eksisterende bygninger typisk har vanskeligt ved at overholde i forbindelse med renovering. Dette er væsentligt i lyset af ambitionen i HOB om at tilpasse og forenkle kravene for renoveringer, så den eksisterende bygningsmasse kan udnyttes bedre og mere bæredygtigt.

Rapporten er målrettet Social- og Boligstyrelsens arbejde med revision af bygningsreglementet og skal give et teknisk solidt, men formidlingsvenligt grundlag for at vurdere, hvor fremtidige krav bør justeres eller prioriteres. Resultaterne skal understøtte styrelsens videre drøftelser om, hvordan sikkerhedsniveauet for bærende konstruktioner kan fastlægges. Undersøgelsen bidrager samtidig med vigtig viden om, hvilket sikkerhedsniveau der faktisk praktiseres i dag. Denne indsigt er central for at kunne vurdere, hvor der eventuelt er behov for justeringer, så kravene både er fagligt begrundede, realistiske i praksis og understøtter den grønne omstilling af byggeriet.

Rapporten er struktureret i fem kapitler:

- Kapitel 1 præsenterer rapporten, samt rapportens hovedresultater.
- Kapitel 2 beskriver metode og datagrundlag.
- Kapitel 3 præsenterer resultaterne for nybyggeri, herunder prioriteringen af dimensionerende forhold og betydningen af underliggende faktorer.
- Kapitel 4 belyser eksisterende byggeri med fokus på typiske bygherrebehov og de mest udbredte udfordringer ved renovering.
- Kapitel 5 konkluderer på rapportens fund.

1.2. Hovedresultater

Dette afsnit sammenfatter undersøgelsens vigtigste indsigter og giver et overblik over de mønstre, der præger dimensioneringen af bærende konstruktioner i praksis. Resultaterne er opbygget i to dele, ligesom resten af rapporten. Først introduceres fire hovedresultater fra analysen om nybyggeri, hvorefter tre hovedresultater præsenteres fra analysen om eksisterende byggeri.

For nybyggeri er det særligt følgende resultater der gør sig gældende:

- **Konstruktionsregler er den mest styrende faktor:** På tværs af alle bygningstyper står konstruktionsreglerne som det mest gennemgående element for dimensioneringen. Det afspejler både deres rolle som sikkerhedsmæssigt fundament, idet kravene er fastlagt i bygningsreglementets kapitel 15, og deres funktion som et velkendt rammeværk for projekterende. Særligt valg af statisk system, robusthedsregler og brandkrav har stor betydning og sætter de tekniske rammer, som det øvrige projekteringsarbejde må indordne sig under.
- **Arkitektur, materialer og tekniske installationer har stor indflydelse, men varierer mellem bygningstyper:** Arkitekturen har størst gennemslagskraft i byggerier, hvor udtryk, store rum og fleksibilitet vægtes højt, som eksempelvis kontorbyggeri. Materialevalget styres især af holdbarhed, eksponeringsklasse og driftshensyn, hvilket træder tydeligt frem i kontor- og industribyggeri, hvor krav til levetid og robusthed er centrale. Tekniske installationer viser sig som en væsentlig dimensioneringsfaktor, særligt i industri, lager og værksteder med store ventilations- og forsyningssystemer der optager betydelig plads og påvirker konstruktionernes udformning.
- **Akustiske krav er ofte styrende for dimensioneringen:** Selvom bygningsfysik samlet set vurderes som et forhold med moderat betydning, viser analysen, at akustiske krav har stor betydning. Akustik har både betydning for valg af materialer og for dimensionering ud over konstruktionsnormerne. For etageboligbyggeri er tendensen endnu tydeligere. Det bemærkes af eksperter, at lydkrav ofte overtrumfer andre hensyn i etageboligbyggeri, især ved lejlighedsskel og etageadskillelser, hvilket kan medføre tykkere vægge og dæk end nødvendigt ud fra statiske beregninger. Dette kan være en af årsagerne til, at betonelementer er udbredt i boligbyggeri, da de giver bedre lydisolering end lettere materialer som træ.
- **Økonomi er afgørende for dimensioneringspraksis:** Selvom økonomi ikke rangeres højt som et dimensionerende forhold, viser de underliggende vurderinger, at når økonomi faktisk indgår som relevante faktorer, tillægges de meget stor betydning. Presset på budget betyder, at der ofte vælges standardiserede, velkendte og fabriksproducerede løsninger frem for projektspecifik optimering. Det fører typisk til mere konservative dimensioner og færre muligheder for at udnytte potentialet for slankere konstruktioner, selvom sådanne løsninger både kan være teknisk mulige og klimamæssigt fordelagtige.
- **Bæredygtighed er på vej frem, men endnu ikke dominerende:** Selvom bæredygtighed ikke fylder højt i den direkte prioritering, viser de underliggende vurderinger en tydelig tendens: krav til livscyklusvurderinger og klimabelastning påvirker projekteringen mere og mere. Særligt i kontorbyggeri er bæredygtighed allerede en væsentlig faktor, drevet af certificeringer (eksempelvis DGNB eller svanemærket bæredygtigt byggeri) og ønsket om at signalere grønne profileringer.

For eksisterende byggeri er det særligt følgende resultater der gør sig gældende:

- **Ændret anvendelse og ændringer i etageareal er de hyppigste bygherrebehov:** Disse ændringer udløser ofte en række vurderinger af statik, brand og funktionalitet med direkte

betydning for de bærende konstruktioner. Det kan omfatte forstærkning af etagedæk, tilføje af nye stabiliserende elementer eller tilpasning af brandmodstandsevne. Sådanne tilpasninger er ofte komplekse og kræver indgreb i konstruktionen, fx udskæring, forstærkning eller etablering af nye samlinger. Mønstret varierer mellem bygningstyper: kontorbyggeri indebærer typisk vertikale udvidelser (flere etager), mens undervisningsbygninger ofte kræver omfattende ændringer i planløsning og installationer – herunder store ventilationskanaler og tilpasninger for at opfylde personsikkerhedskrav, som primært handler om flugtveje og brandbeskyttelse. Familiehuse er derimod kendetegnet ved mindre, lokale indgreb som tilbygninger eller nye åbninger, der sjældent kræver større statiske ændringer.

- **Manglende dokumentation er den største udfordring:** Når statiske beregninger, materialedata og historik om tidligere ombygninger mangler, bliver det svært at vurdere bygningens aktuelle bæreevne og tilstand. Det medfører ofte omfattende undersøgelser og forsinkelser. Brandkrav skaber en anden type kompleksitet, fordi de ikke kun handler om styrke, men om konstruktionens evne til at modstå brand i en given tid. Hvis der mangler dokumentation for brandmodstand (fx brandklassificering af materialer eller tidligere løsninger), kræves der ofte destruktive prøver eller omfattende beregninger for at eftervise overholdelse af gældende regler. Det betyder, at både statiske og brandmæssige forhold skal verificeres, men med forskellige metoder og krav, hvilket øger kompleksiteten, når grundlaget er svagt.
- **Økonomiske barrierer og myndighedskrav begrænser ambitionsniveauet:** Høje omkostninger og projekteringshonorarer påvirker ambitionsniveauet og kan føre til mere forsigtige løsninger frem for optimering. Samtidig gør specifikke myndighedskrav renoveringsprojekter mere komplekse og tidskrævende – især krav om dokumentation og eftervisning af eksisterende konstruktioner i forhold til gældende normer, brandkrav og konsekvensklasse. Når bygningen ikke opfylder nutidige regler, skal der ofte gennemføres omfattende beregninger eller forstærkninger for at opnå lovliggørelse, hvilket øger både tid og omkostninger.

2. Metodeafsnit

Undersøgelsen er gennemført som en kombination af en kvantitativ spørgeskemaundersøgelse og en efterfølgende kvalitativ validering af resultaterne gennem ekspertinterviews. Formålet med metoden har været at tilvejebringe et solidt og repræsentativt vidensgrundlag, der afspejler både bredden og dybden i branchens erfaringer med dimensionerende forhold for bærende konstruktioner i både nybyggeri og eksisterende byggeri.

2.1. Spørgeskemaundersøgelsen

Undersøgelsens primære datakilde er en omfattende spørgeskemaundersøgelse udsendt til projekterende, udførende og andre aktører med erfaring i dimensionering af konstruktioner. Spørgeskemaet blev udviklet i dialog med tekniske eksperter i Rambøll, igennem ekspertworkshops og Social- og Boligstyrelsen. Derudover blev emnerne testet på tværs af to ekspertworkshops. Den fulde spørgeramme kan findes i Bilag 4 og 5.

Spørgeskemaet blev yderligere pilottestet blandt udvalgte fagpersoner for at sikre tydelighed, relevans og praktisk anvendelighed.

Spørgeskemaet er struktureret i to hovedspor, hvor hver respondent svarede på enten nybyggeri eller eksisterende byggeri. Dette afspejler undersøgelsens todelte formål:

1. Nybyggeri: Respondenter har vurderet og prioriteret dimensionerende forhold for specifikke bygningstyper, samt vurderet betydningen af underliggende forhold.
2. Eksisterende byggeri: Respondenter har vurderet, hvilke bygherrebehov der oftest forekommer, samt vurderet hvilke udfordringer der typisk opstår i forbindelse med ændring i eksisterende byggeri.

Respondenterne har haft mulighed for at besvare spørgeskemaet for den bygningstype de typisk arbejder med for nybyggeri. For eksisterende byggeri kunne de besvare for én eller flere bygningstyper afhængigt af deres erfaringer. Forud for besvarelsen angav respondenterne deres faglige baggrund, erfaringsniveau, arbejdstitel og hvilke bygningstyper, de havde konkret erfaring med.

2.2. Datagrundlag

Spørgeskemaet er blevet distribueret til projekterende, projekterende hos leverandør, leverandør samt udførende

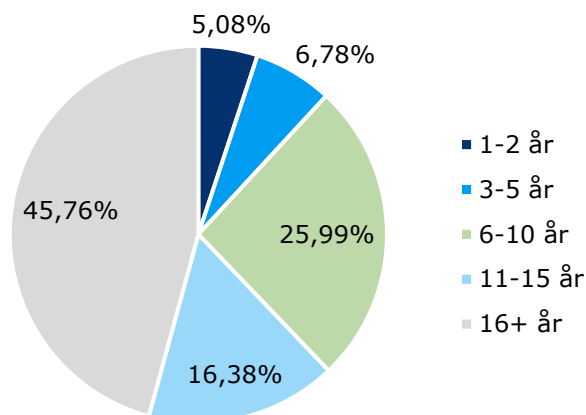
Social- og Boligstyrelsen har videreformidlet spørgeskemaet til relevante brancheorganisationer, som har udsendt det til deres medlemmer via nyhedsbreve. Social- og Boligstyrelsen har derudover delt spørgeskemaet på LinkedIn. Derudover har Rambøll anvendt sit interne netværk til yderligere distribution af spørgeskemaet.

I alt var der 134 fulde besvarelser i undersøgelsen. Derudover var der 104 delvise besvarelser. Af de 104 delvise besvarelser var der 43 besvarelser som enten havde prioriteret forholdene, der er dimensionerende for konstruktioner for Nybyggeri, eller rangeret bygherrebehovene. Disse respondenter er også medtaget i undersøgelsen. Besvarelserne er screenet, og det forventes ikke, at respondenter har svaret dobbelt, men der tages et generelt forbehold for, at der kan være en mindre risiko for overlap, som vurderes at være uden væsentlig betydning for resultaterne.

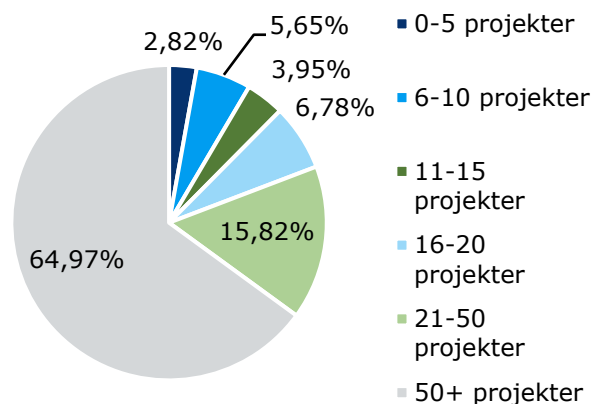
Af disse har 130 respondenter afgivet besvarelser om nybyggeri, og 47 respondenter afgivet besvarelser om eksisterende byggeri (med mulighed for flere bygningstyper pr. person, hvilket resulterede i, i alt 122 bygningstypespecifikke besvarelser).

I spørgeskemaet var der en række baggrundsspørgsmål, om henholdsvis erfaringsniveau og rolle hos respondenterne. Figurer af fordeling fremgår af figur 1, 2 og 3. Figurerne viser, at det primært er respondenter der har et erfaringsniveau på mere end 16 år (omkring 50%), samt har været på mere end 50 projekter (omkring 65 procent). Det er derfor meget erfarne respondenter der har besvaret spørgeskemaet. Cirka 80 procent af respondenterne er projekterende, hvorimod blot cirka 15 procent enten er projekterende hos leverandør, leverandør eller udførende.

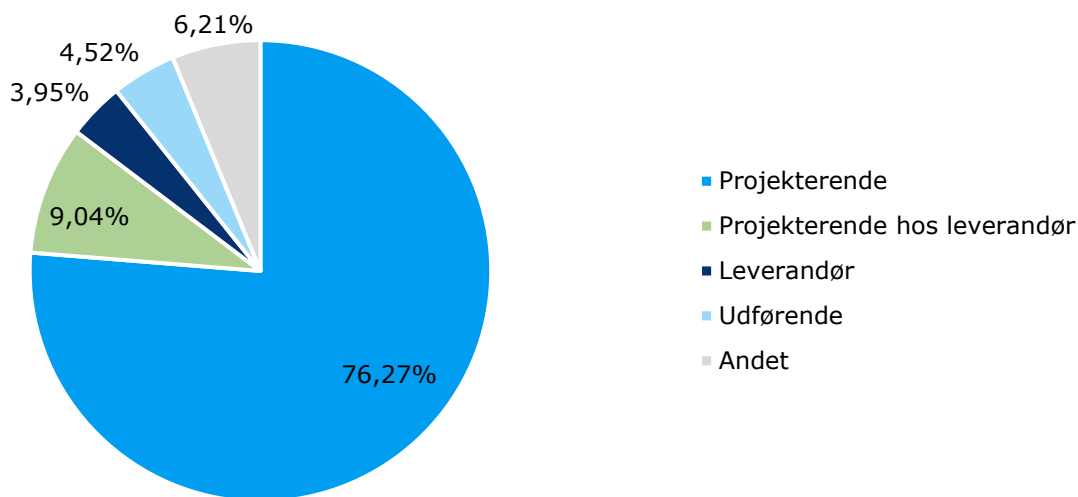
Figur 1 Fordeling af respondenteres erfaringsniveau



Figur 2 Fordeling af respondenteres omfang af projektdeltagelse



Figur 3 Fordeling af respondenternes rolletype



Fordelingen på bygningstyper fremgår af kapitel 3 for nybyggeri og kapitel 4 for eksisterende byggeri i rapporten. Respondenterne dækker et bredt udsnit af byggeri, herunder blandt andet etageboliger, kontorbyggeri, industri/lager/værksteder, undervisning og institutioner samt enfamiliehuse og række-, kæde-

og dobbelthuse. Fordelingen er efterfølgende valideret af tekniske eksperter med henblik på at sikre repræsentativitet i forhold til typisk dansk byggeri.

Bygningstyper med færre end fem besvarelser er udeladt fra de videre analyser af hensyn til datakvalitet. Derudover skal der tages forbehold for de analyser, hvor der kun er 5-7 besvarelser, da der kun kan udledes en svag tendens af disse.

2.3. Kvalitetssikring og validering

For at sikre høj datakvalitet og faglig robusthed er den kvantitative undersøgelse suppleret med flere elementer af kvalitativ kvalitetssikring:

- Pilottest blandt fagpersoner for at sikre klarhed i spørgsmål og begreber.
- Løbende monitorering af data under indsamlingen for at identificere ufuldstændige besvarelser eller uhensigtsmæssige svarmønstre. Såfremt dette har været tilfældet, er spørgerammen og distribution blevet tilpasset. Intern ekspertvalidering med Rambøll og SBST af respondentfordeling på bygningstyper samt af udvalgte resultater.
- Tre valideringsinterviews med erfarne praktikere og eksperter inden for både nybyggeri og eksisterende byggeri. Interviewene danner grundlag for at nuancere og verificere de mønstre, som analysen af spørgeskemaet peger på.

Ekspertene der har valideret resultaterne består af Rambølls interne eksperter, som har mere end 20 års erfaring med projektering af byggeprojekter, samt eksterne eksperter fra andre rådgivende ingeniørvirksomheder, der ligeledes har mange års erfaring indenfor feltet. Rambølls interne eksperter har løbende bidraget til undersøgelsen, mens eksterne eksperter i interviews har forholdt sig til og kommenteret de tendenser, der fremgår af figurerne, som præsenteres nedenfor.

De kvalitative input er anvendt til at understøtte fortolkningen af de kvantitative resultater, identificere forklaringer på variationer mellem bygningstyper og bekræfte eller udfordre de tydeligste tendenser i data.

3. Nybyggeri

Kapitel 3 dykker ned i de forhold, der i praksis er mest bestemmende for dimensioneringen af bærende konstruktioner i nybyggeri. På baggrund af spørgeskemaundersøgelsen og ekspertvalideringen giver kapitlet et samlet overblik over, hvordan projekterende på tværs af bygningstyper prioriterer mellem de tekniske krav, arkitektoniske hensyn, materialevalg, installationsbehov, bygningsfysik, organisatoriske rammer og bæredygtighedskrav.

Kapitlet er struktureret i to hoveddele: Først præsenteres den samlede prioritering af de dimensionerende forhold, efterfulgt af en mere detaljeret gennemgang af de underliggende faktorer inden for hvert hovedområde. De forskellige bygningstypers karakteristika og praksis kobles løbende på analyserne, så kapitlet både giver en samlet forståelse og understøtter de nuancer, der kendetegner branchen. Samlet set lægger kapitlet dermed fundamentet for at forstå, hvilke tekniske og praktiske hensyn der i dag styrer dimensioneringen, og hvor der kan være potentiale for justeringer i arbejdet med et helhedsorienteret bygningsreglement.

Løbende i de underliggende kapitler vil der blive refereret til eksperter. Eksperterne er Rambølls interne eksperter, som har mange års erfaring inden for projektering af nybyggeri. Derudover har Rambøll præsenteret og interviewet 3 eksterne eksperter fra rådgivende ingeniørvirksomheder, som har kommenteret på tendenser fra figurene.

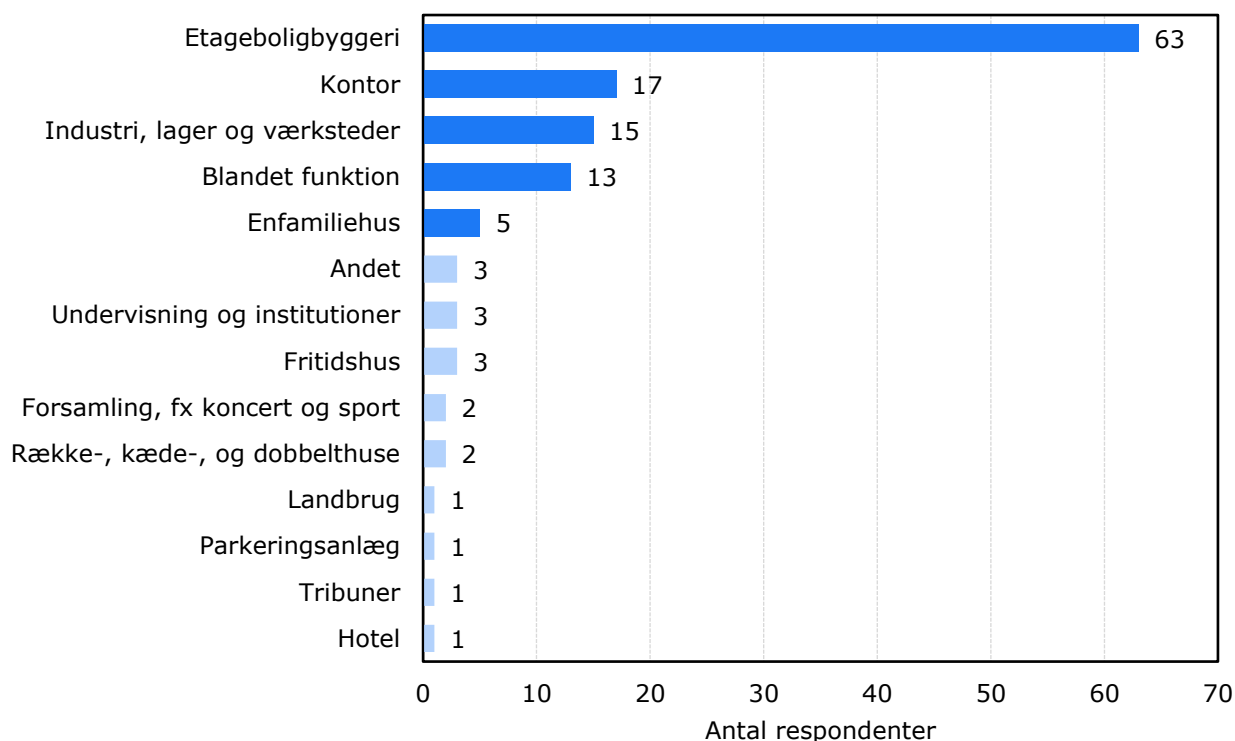
3.1. Fordeling af respondenter

Undersøgelsen omfatter 130 respondenter med erfaring inden for nybyggeri. I figur 4 fremgår det at størstedelen (64 respondenter) arbejder primært med etageboligbyggeri, mens 17 har erfaring med kontorbyggeri, 15 med industri, lager og værksteder, 13 med byggeri med blandet funktion og 5 med enfamiliehuse. Hertil kommer enkelte med erfaring inden for undervisning, fritidshuse, forsamling, landbrug og andre typer. Bygningstyper med færre end fem besvarelser indgår ikke i de videre analyser, da datagrundlaget vurderes som for begrænset. Ud fra de åbne kommentarer tilknyttet "Blandet funktion" ses det, at spørgsmålet er forstået en anelse forskelligt. Nogle ser "Blandet funktion" som bygninger der har mere end én funktion, mens andre har brugt kategorien til at skrive, de har erfaring med flere forskellige typer af bygningstyper. Den følgende analyse af "Blandet funktion" skal derfor læses med det forbehold.

Fordelingen er valideret af eksperter, som vurderer, at den giver et repræsentativt billede af nybyggeri i Danmark. Sammenlignet med tal fra Danmarks Statistik¹ underestimerer vores analyser byggeri af enfamiliehuse, men viser ellers et retvisende billede. Det skyldes, at respondenterne er projekterende rådgivere, som ofte er mere involveret i større byggeprojekter som etageboliger, kontorbyggeri, industri osv., og mindre i nybyggeri af enfamiliehuse. Enfamiliehuse, række-, kæde- og dobbelthuse projekteres normalt af typehusfirmaer, som ikke har været en del af de adspurgte.

¹ <https://www.statistikbanken.dk/bygv11>

Figur 4. Fordeling af respondenter inden for nybyggeri på tværs af bygningstyper



Note: N = 130. Respondenter, der har svaret på rangering af forhold, der er dimensionerende for konstruktioner, er medtaget. Bygningstyper repræsenteret af mindst fem respondenter, og som dermed indgår i de videre analyser, er fremhævet.

3.2. Prioritering af dimensionerende forhold

Dette afsnit præsenterer den samlede prioritering af de dimensionerende forhold, som respondenterne vurderer, har størst betydning for konstruktioners dimensioner i nybyggeri. Formålet er at give et klart billede af, hvilke hensyn der typisk vejer tungest i projekteringen, og hvordan prioriteringerne varierer på tværs af bygningstyper.

Løbende i kapitlet vil der blive refereret til eksperter. Eksperterne er Rambølls interne eksperter, som har mange års erfaring inden for projektering af nybyggeri. Derudover har Rambøll præsenteret og interviewet eksterne eksperter fra rådgivende ingeniørvirksomheder, som har kommenteret på tendenser fra figurerne.

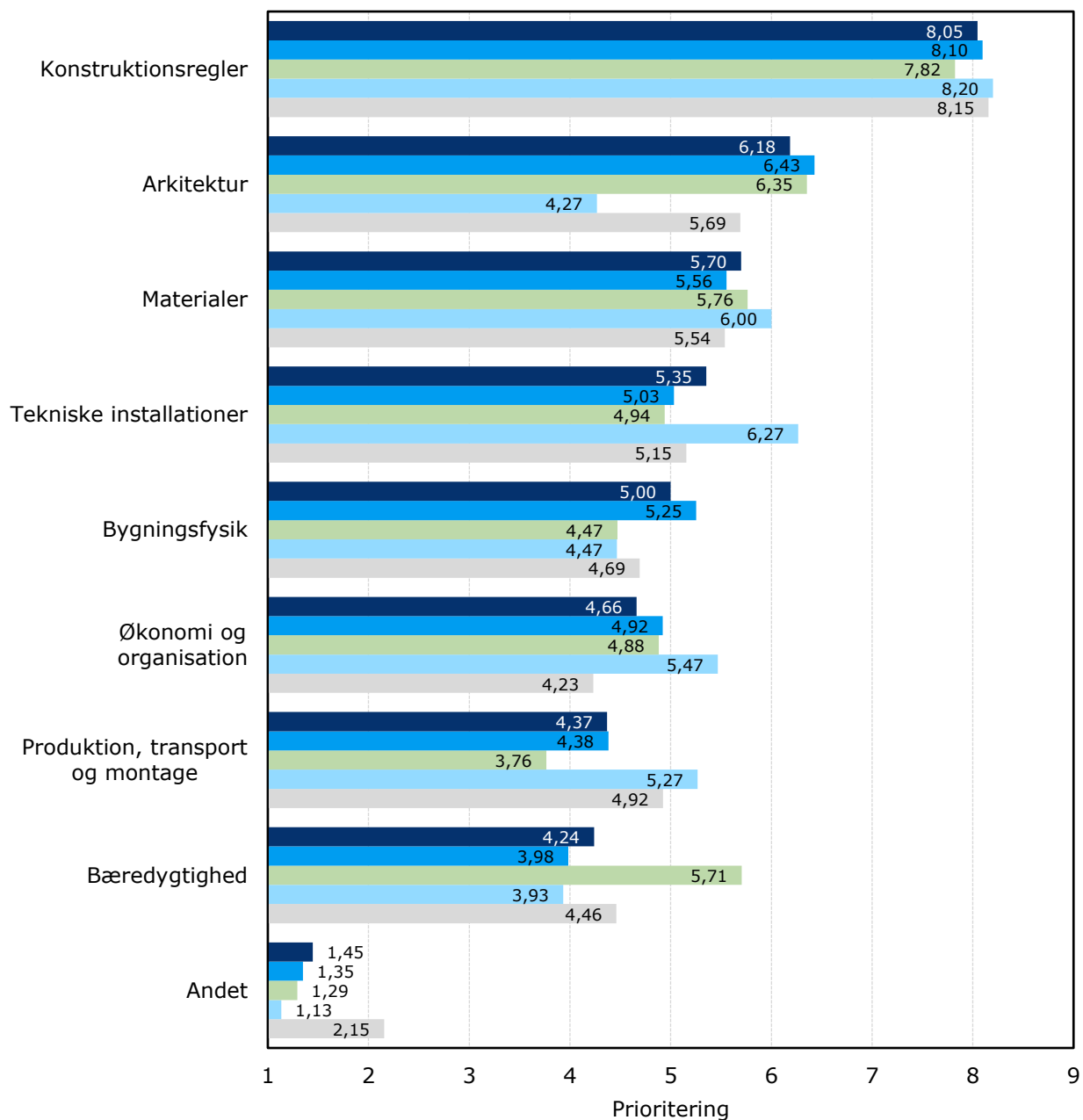
I Figur 5 har respondenterne rangordnet ni dimensionerende forhold efter deres betydning for konstruktioners dimensioner. Skalaen går derfor fra 1-9, hvor 9 indikerer den højeste prioritering, 8 den næsthøjeste osv. 1 indikerer den laveste prioritering. Figur 3.1 viser et gennemsnit af de besvarede prioriteringer.

Respondenterne har forhold sig til følgende spørgsmål:

Hvilke af følgende dimensionsgivende forhold vurderer du, er de tre vigtigste for den/de valgte bygnings-type(r)? (Vælg 3 forhold og ranger disse ud fra, hvad du vurderer som værende de vigtigste):

- Konstruktionsregler
 - Regler som er indeholdt i Bygningsreglements kapitel 15 og Eurocodes med tilhørende nationale annekser, fx ift. nedbøjninger og laster.
- Arkitektur
 - Forhold knyttet til arkitektur og formgivning.
- Tekniske installationer, herunder deres føringsveje
 - Forhold knyttet tekniske installationer, dog ikke forhold der vedrører bygningsfysik.
- Materialer
 - Forhold knyttet til materialer, fx valg af materialer samt levetid og holdbarhed
- Bygningsfysik
 - Forhold knyttet til bygningsfysik i form af krav til akustik, varme, fugt mm.
- Bæredygtighed
 - Forhold knyttet til overholdelse af krav til klimabelastning, fremtidig genbrug mm.
- Produktion, transport og montage
 - Forhold knyttet til produktion, transport og montage, fx produktion af konstruktionsdele på fabrik, midlertidige understøtninger mm.
- Økonomi og organisation
 - Forhold knyttet til økonomi og organisation, fx overholdelse af økonomisk ramme, aftaleforhold, fast pris mm.

Figur 5. Gennemsnitlig prioritering af dimensionerende forhold blandt respondenter inden for nybyggeri



■ Aggregeret ■ Etageboligbyggeri ■ Kontor ■ Industri og lager ■ Blandet funktion

Note: N = 130 på aggregeret niveau, 63 for etageboligbyggeri, 17 for kontor, 15 for industri og lager og 13 for blandet funktion. Høje værdier indikerer højere prioritering.

Spørgsmålsformulering: Ranger følgende dimensionsgivende forhold ud fra, hvad du vurderer som værende de vigtigste for [bygningstype].

På tværs af alle respondenter ligger konstruktionsregler klart øverst med en gennemsnitlig score på 8,05. At konstruktionsregler prioriteres højt i undersøgelsen kan ifølge eksperterne forklares med, at de indgår i alle projekter og udgør et velkendt grundlag for projekterende. Reglerne er en fast del af processen, og rådgiverne er mest fortrolige med dem, hvilket gør dem til den mest styrende faktor i praksis. De har til formål at sikre sikkerhed, stabilitet og funktionalitet i bygninger og er derfor svære at fravige uden omfattende dokumentation.

Herefter følger arkitektur (6,18), materialer (5,70) og tekniske installationer (5,35). Disse faktorer vurderes som væsentlige, men i mindre grad end konstruktionsregler. Blandt de lavest prioriterede forhold findes produktion, transport og montage (4,37), bæredygtighed (4,24) og kategorien andet (1,44).

I valideringen af resultater bemærker eksperter, at produktion, transport og montage ligger lavt, fordi mange projekterende ikke tænker aktivt over produktionsforhold. Der er direkte spurgt ind til produktion på fabrikkerne, hvorfor det bemærkes af eksperterne, at det typisk er fabrikanternes ansvar. Valg af fx cementtype eller hærdetid kan påvirke CO₂-aftryk, men medmindre det ændrer selve dimensionerne, informeres rådgiverne sjældent ifølge eksperterne. Dette kan være en forklaring på, at produktion kun fylder i særlige cases, hvor transport eller montage stiller krav til elementernes størrelse. Billedet kunne have set anderledes ud, hvis flere producenter havde deltaget i undersøgelsen.

At bæredygtighed ikke prioriteres højere, hænger ifølge eksperterne sammen med, at klimakravene stadig er relativt nye, og at mange projekterende primært fokuserer på at overholde konstruktive regler. Kategorien andet ligger sidst, hvilket viser, at respondenterne sjældent har angivet forhold uden for de prædefinerede kategorier.

Gennemgang af bygningstyper

Inden for etageboligbyggeri er mønstret tydeligt. Konstruktionsregler (8,10) står øverst, efterfulgt af arkitektur (6,43) og materialer (5,56). Eksperter forklarer, at etageboligbyggeri er "skåret ind til benet", aktørerne går til minimum for at optimere økonomien, og der er begrænset incitament til at tænke bæredygtighed ind ud over de allerede eksisterende lovkrav. Derfor ligger bæredygtighed lavt (3,98).

Kontorbyggeri viser et andet mønster. Konstruktionsregler (7,82) er fortsat vigtigst, men forskellen til de øvrige faktorer er mindre. Arkitektur (6,35) og materialer (5,76) ligger højt, og bæredygtighed (5,71) rykker op i betydning sammenlignet med boligbyggeri. Eksperter peger på, at kontorbyggeri ofte har andre økonomiske rammer og et stærkere imagefokus. Virksomheder ønsker at signalere grøn profil og opnå certificeringer, hvilket gør bæredygtighed mere relevant end i boliger. Dette betyder ifølge eksperter, at bæredygtighedskravene ofte går ud over minimumskravene i bygningsreglementet og er bygherrebestemte. Stramninger i lovkravene vil derfor sandsynligvis have en større effekt på konstruktionerne, fordi de vil tvinge projekterende til at prioritere klimakrav endnu højere og vælge løsninger, der kan ændre materialevalg og dimensionering. Produktion, montage og transport (3,76) ligger fortsat lavt, hvilket understøtter, at produktionshensyn sjældent styrer dimensioneringen direkte. Det er her værd at bemærke, at det blot er under 10% af besvarelserne der er projekterende hos leverandører. Dette kan forklare at produktion ligger lavt.

Industri- og lagerbyggeri adskiller sig markant fra de øvrige bygningstyper. Konstruktionsregler (8,20) og materialer (6,00) er fortsat centrale, men arkitektur (4,27) ligger væsentligt lavere end i etagebolig- og kontorbyggeri. Til gengæld prioriteres tekniske installationer (6,27), økonomi og organisation (5,47) og produktion, transport og montage (5,27) højere end i andre bygningstyper. Eksperter forklarer, at funktionalitet, robusthed og lave omkostninger er styrende i industribyggeri, mens arkitektoniske hensyn

spiller en minimal rolle. Bæredygtighed (3,93) vurderes også lavt i forhold til de tekniske og driftsmæssige faktorer, hvilket stemmer med branchens fokus på driftssikkerhed frem for grøn profilering. Produktion, transport og montage vurderes højere her end i boliger og kontorer, fordi montage og bygbarhed kan være kritiske for store elementer og hurtig opførelse, især ved forcerede tidsplaner.

Bygninger med blandet funktion ligger tæt på etageboligbyggeri i prioriteringsmønsteret. Konstruktionsregler (8,15) scorer højest, men der er en lidt højere vægt på arkitektur (5,69) og tekniske installationer (5,15) end i etageboliger. Dette afspejler den større kompleksitet i bygninger, der kombinerer flere funktioner, hvor flere hensyn skal balanceres samtidig.

Alle respondenter har haft mulighed for at kommentere på spørgsmålene: *Har du identificeret andre forhold, der er dimensionerende i din praksis, som ikke er nævnt i spørgeskemaet?* og *Er der specifikke problemstillinger relateret til sikkerhedsniveauet, som du mener, er vigtige at belyse?* 34 ud af 130 respondenter inden for nybyggeri har benyttet denne mulighed. De åbne besvarelser er blevet kodet og der er lavet sammentælling af udsagnene. Derudover er der set, hvorvidt der har været mønster i, hvilken type respondent der har lavet åbne besvarelser.

Der er ikke bemærkelsesværdige mønstre i de åbne besvarelser. Blandt de dimensionerende forhold nævnes f.eks. certificeringsordninger, normer, regler og vejledninger, projektproces, tid og optimering samt geoteknik, grundvand og fundering. Under specifikke problemstillinger relateret til sikkerhedsniveauet nævnes f.eks. manglende differentiering i klassificering, konservative og urealistiske lastmodeller, stramme og ufleksible brandkrav, uklare robusthedskrav, samt disproportionalt sikkerhedsniveau ved renovering. Alle åbne besvarelser kan ses i bilag 2.

3.3. Betydning af underliggende forhold

Dette afsnit præsenterer, hvordan de underliggende forhold inden for hvert dimensionerende hovedområde vurderes at påvirke konstruktionernes dimensioner. Analysen bygger på besvarelser fra de respondenter, der i den foregående prioritering har angivet det pågældende hovedområde som ét af de tre mest betydningsfulde faktorer. For disse respondenter er der spurgt ind til betydningen af specifikke underliggende forhold, vurderet på en skala fra 1 (ingen betydning) til 5 (stor betydning).

Data er opdelt efter de dimensionerende hovedområder, som blev identificeret i kapitel 3.1: konstruktionsregler, arkitektur, materialer, tekniske installationer, bygningsfysik, økonomi og organisation, produktion/transport/montage samt bæredygtighed. For hvert område vises både de samlede resultater på tværs af alle bygningstyper og, hvor datagrundlaget tillader det, resultater for udvalgte bygningstyper. Dette giver et mere detaljeret indblik i, hvilke faktorer der i praksis har størst indflydelse på dimensioneringen, og hvordan betydningen varierer mellem forskellige typer af byggeri. For en del af figurerne er der tilføjet kategorien "Andet byggeri", hvor bygningstyper, der ikke fremgår særskilt, er samlet. Sammensætningen af "Andet byggeri" varierer mellem figurerne, da antallet af respondenter er forskelligt på tværs af bygningstyper. Kategorien er alene anvendt i de underliggende parametre, hvor der i forvejen indgår få bygningstyper, og hvor en yderligere opdeling ikke har været datamæssigt robust.

Løbende i de underliggende kapitler vil der blive refereret til eksperter. Eksperterne er Rambølls interne eksperter, som har mange års erfaring inden for projektering af nybyggeri. Derudover har Rambøll præsenteret og interviewet eksterne eksperter fra rådgivende ingeniørvirksomheder, som har kommenteret på tendenser fra figurerne.

Nogle af bygningstyperne er kun repræsenteret ved 5–7 besvarelser i nogle af de underliggende forhold. Det er derfor vigtigt at understrege, at resultaterne for disse grupper skal tolkes med forbehold.

Besvarelsene peger på nogle tendenser, men datagrundlaget er for begrænset til, at der kan drages sikre eller generaliserbare konklusioner.

3.3.1. Konstruktionsregler

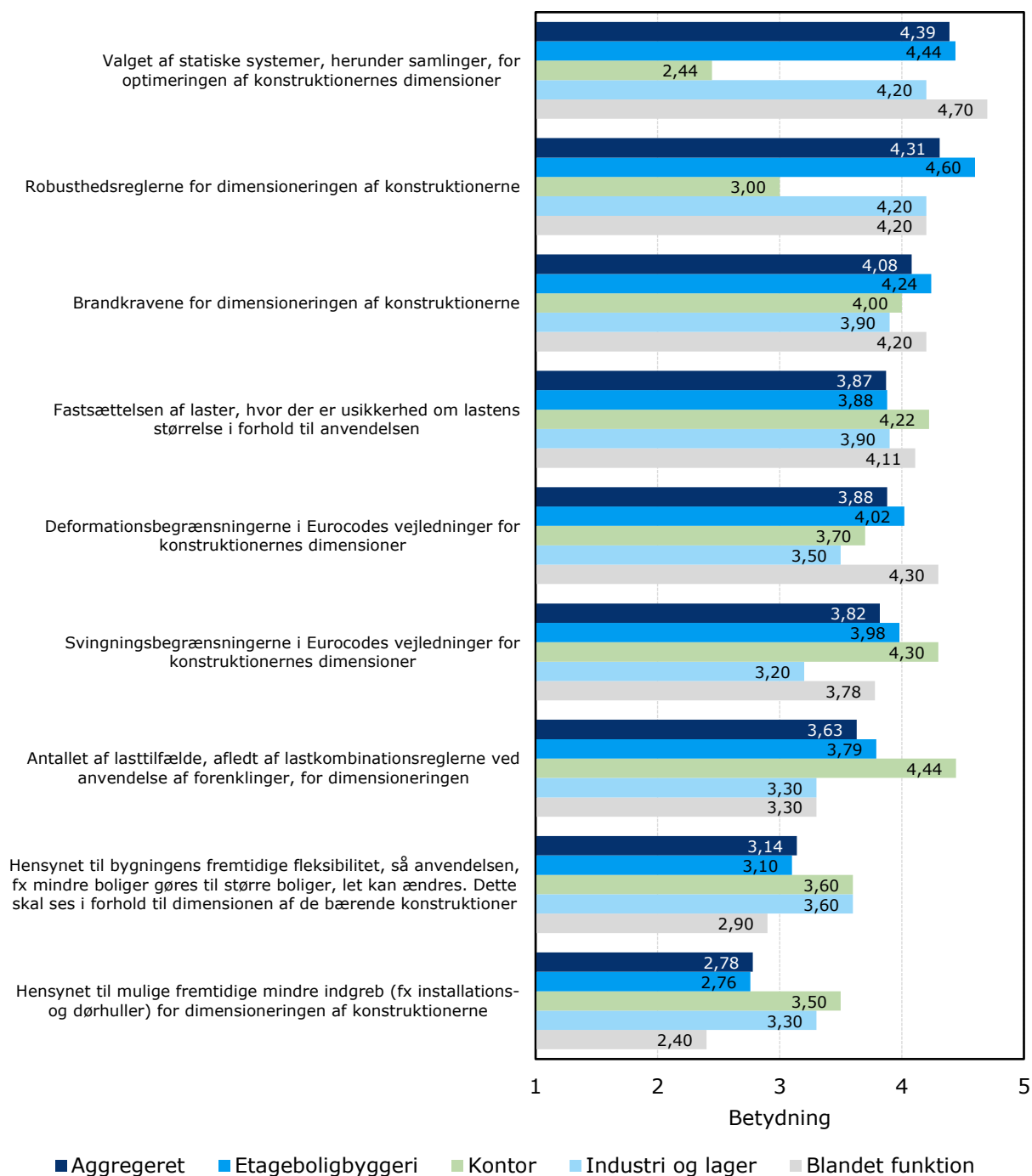
Det mest prioriteret forhold er konstruktionsregler. Denne kategori omfatter de tekniske krav og normer, der styrer dimensioneringen af bærende konstruktioner, herunder valg af statiske systemer, robusthedsregler, brandkrav, fastsættelse af laster samt begrænsninger for deformation og svingninger. Disse regler er essentielle for projektering og har til formål at sikre sikkerhed, stabilitet og funktionalitet i bygninger.

I spørgeskemaet blev der spurgt om, hvilken betydning nedenstående forhold har:

- Om antallet af lasttilfælde, afledt af lastkombinationsreglerne og anvendelsen af forenklinger, påvirker dimensioneringen.
 - Lastkombinationsreglerne giver mulighed for optimering under hensyn til de faktiske belastninger på de enkelte konstruktionsdele, men kan medføre mange lasttilfælde. Spørgsmålet vedrører, om disse udnyttes, eller om antallet af betragtede lasttilfælde reduceres til nogle få, der anvendes konservativt for alle konstruktionsdele.
- Om fastsættelsen af laster, hvor der er usikkerhed om lastens størrelse i forhold til anvendelsen, påvirker dimensioneringen.
 - Eurocodes og nationale annekser beskriver ikke alle anvendelser i detaljer, hvilket kan medføre valg af lastkategori og dermed lastniveau. Spørgsmålet vedrører, om dette fører til valg af konservative lastværdier.
- Om valget af statiske systemer, herunder samlinger, anvendes aktivt til optimering af konstruktionernes dimensioner
 - Valg af statisk system har betydning for dimensionerne, fx ved at en kontinuert bjælke kan have mindre tværsnit end simple understøttede konstruktionsdele, eller ved optimering af lastføringer gennem vægkonstruktioner.
- Om robusthedsreglerne påvirker dimensioneringen af konstruktionerne
 - Herunder om dimensioner på konstruktionsdele øges som følge af robusthedskrav.
- Om brandkrav er afgørende for dimensioneringen af de bærende konstruktioner
- Om deformationsbegrænsninger i eurocodes vejledninger påvirker dimensioneringen
 - Fx om dimensioner øges som følge af krav til nedbøjninger.
- Om svingningsbegrænsninger i eurocodes vejledninger påvirker dimensioneringen
 - Fx om dimensioner øges som følge af krav til svingninger.
- Om hensynet til bygningens fremtidige fleksibilitet indgår i dimensioneringen
 - Herunder om der indbygges en vis fleksibilitet, så bygningens anvendelse kan ændres uden behov for forstærkninger.
- Om hensynet til mulige fremtidige mindre indgreb påvirker dimensioneringen
 - Fx om der i dimensioneringen tages højde for fremtidige installations- eller dørhuller ved at indbygge ekstra kapacitet i konstruktionerne.

Figur 6 viser de gennemsnitlige vurderede betydninger af underliggende forhold relateret konstruktionsregler. Figuren viser både de samlede besvarelser, samt besvarelser for etageboligbyggeri, kontor og industri, lager og værksteder.

Figur 6 Gennemsnitlig vurderet betydning af underliggende forhold relateret til konstruktionsregler blandt respondenter i nybyggeri



Note: N = 82-83 på aggregeret niveau, 41-43 for etageboligbyggeri, 8-10 for kontor, 9-10 for industri og lager og 10 for blandet funktion. "Ved ikke" besvarelser er ikke medtaget. Skala fra 1 (ingen betydning) til 5 (stor betydning). Der har været yderligere information til hvert spørgsmål. Dette fremgår af bilag 4.

Når vi ser på tværs af alle respondenter, er det særligt valget af statiske systemer (4,39), robusthedsreglerne (4,31) og brandkravene (4,08), der vurderes at have størst betydning for dimensioneringen. Disse tre faktorer har det til fælles, at de direkte påvirker konstruktionens sikkerhed og stabilitet og dermed er svære at fravige uden omfattende dokumentation og dermed vurderes betydeligt for dimensioneringen.

Figur 6 viser ligeledes, at der er større variationer mellem bygningstyper, hvilket afspejler deres funktion og designkrav. Ifølge eksperterne skyldes dette, at forskellige bygningstyper har forskellige prioriteringer: nogle er præget af store spænd og krav til fleksibilitet, mens andre har mange stabiliserende elementer eller særlige installationsbehov. Disse forskelle betyder, at visse underliggende krav – som robusthed, svingningsbegrænsninger eller brandmodstand – bliver mere styrende i nogle typer end i andre. Variationerne afspejler derfor ikke tilfældigheder, men bygningernes grundlæggende funktion og de tekniske og arkitektoniske hensyn, der følger med.

For etageboligbyggeri er det særligt robusthedsreglerne der har betydning (4,6). Ifølge eksperterne skyldes det ikke, at geometrien er mere kompleks, men at robusthedskravene bliver dimensionerende, fordi bygningen har mange stabiliserende elementer og forbindelser, som skal dokumenteres. Selvom etageboliger ofte har mindre spænd og mange vægge, gør reglerne for robusthed det vanskeligt at optimere uden omfattende beregninger. Brandkravene vurderes også højt (4,24), hvilket hænger sammen med krav til brandmodstand i etageadskillelser og vægge.

For kontorbyggeri er billedet et andet. Her har særligt valget af statiske systemer en mindre betydning (2,44). Ifølge eksperter kan dette forklares med, at i kontorbygninger er det statiske system ofte givet på forhånd for at opfylde arkitektoniske krav om store og åbne rum. Antallet af lasttilfælde (4,44), svingningsbegrænsninger (4,3) og fastsættelse af laster (4,22) har dog alle stor betydning. Ifølge eksperter har kontorbyggeri typisk store spænd og flere etager med kombinerede funktioner, hvilket medfører mange lastkombinationer og gør optimering tidskrævende. Komfortkrav spiller også ind. Selvom konstruktionen kan bære lasten, kan vibrationer fra gang eller bevægelse skabe ubehag, hvilket gør svingningskrav styrende for dimensioneringen, ofte mere end styrke. Robusthed fylder mindre her (3,0), fordi kontorbyggeri har stivere dækskiver og færre stabiliserende vægge, hvilket gør det lettere at opfylde robusthedskravene uden at overdimensionere.

For Industri-, Lager- og Værkstedbyggeri er det særligt statiske systemer (4,2) og robusthedsregler (4,2), der har størst betydning. De statiske systemer hænger tæt sammen med behovet for store spænd og søjlefrie arealer, hvilket kan være udfordrende i funktionelle og rummelige haller. Robusthed giver tilsvarende udfordringer, da de præskriptive regler kræver optagelse af store vandrette trækkrafter, som kan være vanskelige at håndtere i bygninger med store, åbne tagflader.

For Blandet funktion er det særligt valget af statiske systemer der har en stor betydning (4,7). Også deformationsbegrænsninger (4,3), samt robusthedsregler (4,2) og brandkrav (4,2) vurderes til at have en stor betydning for Blandet funktion.

Samlet set viser resultaterne, at konstruktionsregler udgør et af de mest styrende forhold for dimensioneringen af bærende konstruktioner. Samtidig varierer, hvilke underliggende krav der bliver dimensionerende, mellem bygningstyper, hvilket afspejler forskelle i funktion, geometri og belastningsforhold.

3.3.2. Arkitektur

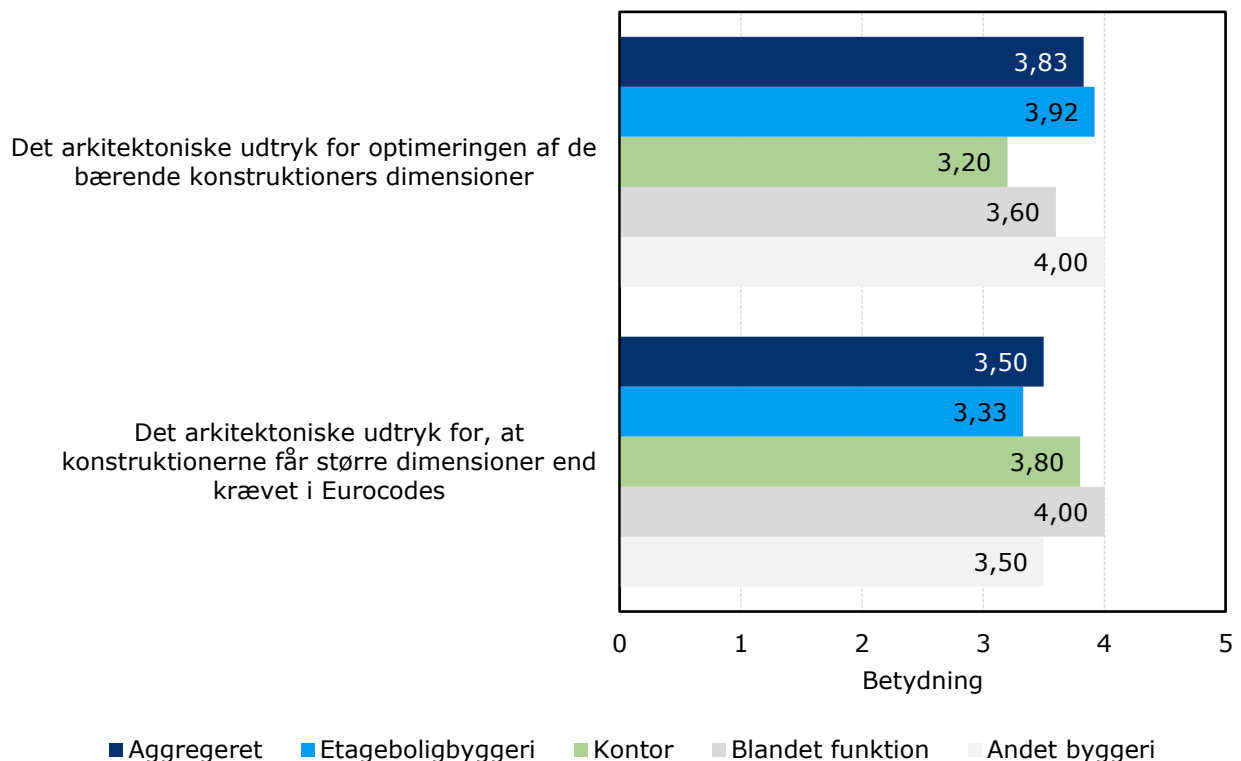
Det andet mest prioriteret forhold er arkitektur. Arkitektur kan have betydning for dimensioneringen af bærende konstruktioner gennem krav til bygningens udtryk, proportioner og konstruktive løsninger. Her handler det om, hvordan arkitektoniske hensyn kan påvirke konstruktionernes dimensioner – både i retning af større dimensioner end statisk nødvendigt og i forhold til mulighederne for at optimere dimensioneringen.

I spørgeskemaet blev der spurgt om, hvilken betydning nedenstående forhold har:

- Om det arkitektoniske udtryk medfører, at de bærende konstruktioner får større dimensioner end krævet i henhold til Eurocodes.
 - Dette kan fx være tilfældet, hvis alle søjler af arkitektoniske årsager skal have samme dimension, selvom det ikke er statisk nødvendigt, eller hvis skjulte samlinger i trækonstruktioner kræver større dimensioner end synlige samlinger
- Om det arkitektoniske udtryk påvirker mulighederne for at optimere dimensioneringen af de bærende konstruktioner.
 - Herunder om det arkitektoniske udtryk opleves som "låst" i forhold til optimering af konstruktionernes dimensioner, fx ved valg af statiske systemer.

Figur 7 viser de gennemsnitlige vurderede betydninger af underliggende forhold relateret til arkitektur. Figuren viser både de samlede besvarelser, samt besvarelser for etageboligbyggeri, kontor og blandet funktion.

Figur 7. Gennemsnitlig vurderet betydning af underliggende forhold relateret til arkitektur blandt respondenter i nybyggeri



Note: N = 46-47 på aggregeret niveau, 24-25 for etageboligbyggeri, 5 for kontor, 5 for blandet funktion og 8 for andet byggeri. Skala fra 1 (ingen betydning) til 5 (stor betydning).

På tværs af de samlede besvarelser ligger vurderingen for optimering af de bærende konstruktioners dimensioner på 3,83, mens ønsket om større dimensioner end krævet i Eurocodes ligger lidt lavere på 3,50.

For etageboligbyggeri følger mønstret det samlede billede. Det arkitektoniske udtryk for optimering har den største betydning (3,92), mens det arkitektoniske udtryk for, at konstruktioner får større dimensioner end krævet i Eurocodes har en lavere betydning (3,33). Det tyder på, at arkitekturen i etageboligbyggeri sjældent presser dimensionerne op, men kan begrænse valget af statiske systemer.

I kontorbyggeri ser vi det modsatte. Det arkitektoniske udtryk for at konstruktionerne får større dimensioner end krævet i Eurocodes har en større betydning (3,80) end det arkitektoniske udtryk for optimeringen af de bærende konstruktioners dimensioner (3,20). Forklaringen kan være, at kontorbyggeri ofte har arkitektoniske ambitioner om store åbne rum og ensartede udtryk, hvilket kan medføre tykkere søjler eller bjælker end nødvendigt.

For blandet funktion har det arkitektoniske udtryk for, at konstruktionerne får større dimensioner end krævet i Eurocodes en relativt stor betydning, med en score på 4,0.

For kategorien andet byggeri er det særligt det arkitektoniske udtryk for optimeringen af de bærende konstruktioners dimensioner der har betydning (4,0). Bygningstyperne for andet byggeri for arkitektur er Enfamiliehuse, Forsamling, Hospitaler, Hotel, Industri, lager og værksteder, Tribuner og Undervisning og institutioner.

Arkitektur bliver prioriteret som det næst vigtigste forhold der er dimensionerende for konstruktioner. Ved de underliggende spørgsmål, vurderes forholdene dog ikke lige så højt, som de andre underliggende forhold. Selvom arkitektur har betydning, så kan det tyde på at det sjældent er den primære driver for dimensionering, men den kan begrænse optimering og i visse bygningstyper, især kontor og blandet funktion, føre til større dimensioner end krævet i Eurocodes. Det understreger, at arkitektoniske hensyn spiller en rolle, men primært i projekter med høje designambitioner eller komplekse funktioner.

3.3.3. Materialer

Det tredje mest prioriteret forhold er materialer. Denne kategori handler om, hvordan valg af materialer til de bærende konstruktioner påvirker dimensioneringen.

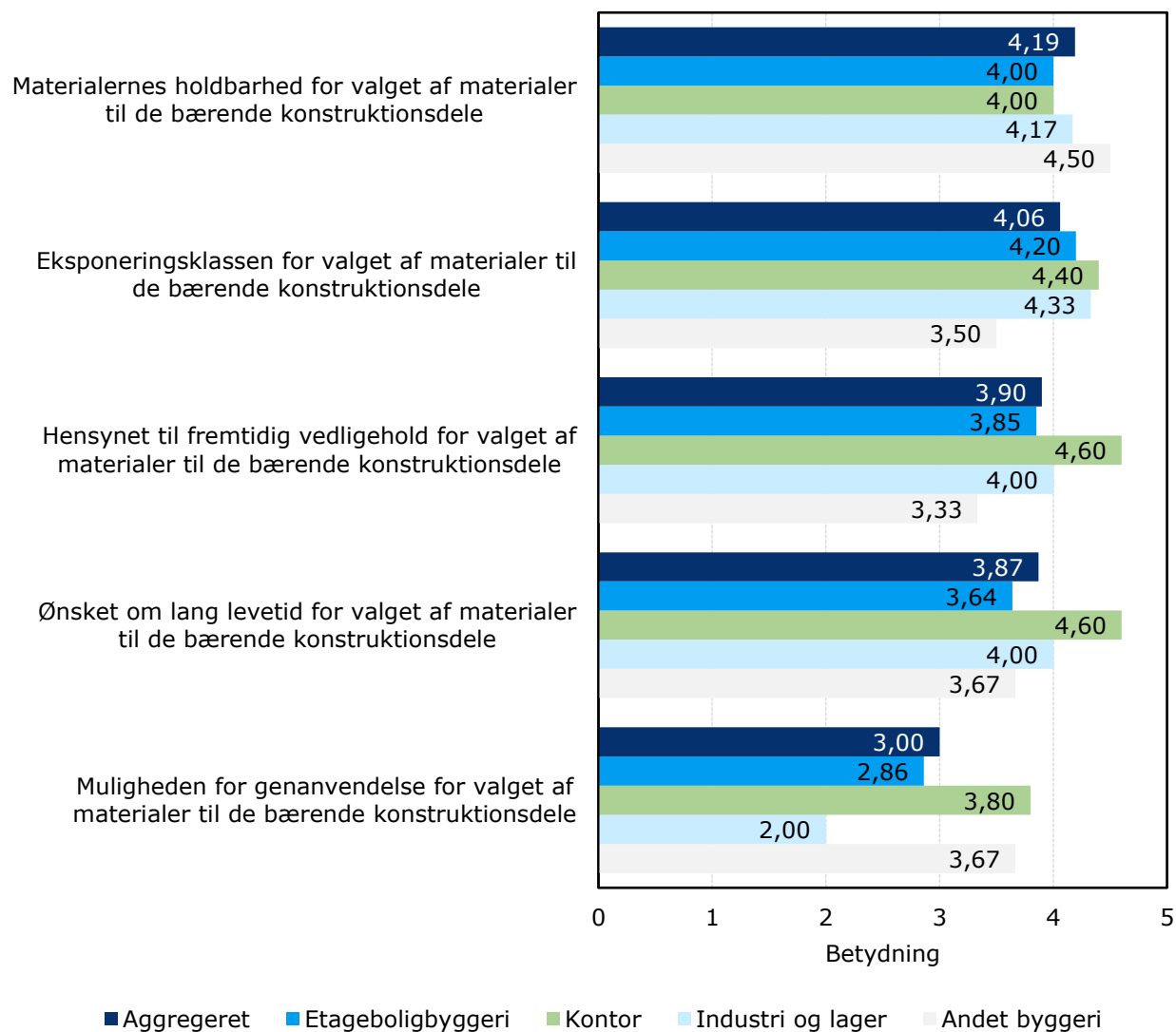
I spørgeskemaet blev der spurgt om, hvilken betydning nedenstående forhold har:

- Materialernes holdbarhed for valget af materialer til de bærende konstruktionsdele?
 - Herunder om holdbarhedskrav betyder, at visse konstruktionsmaterialer fravælges, eller er det uden betydning ved valg af materialer?
- Hensynet til fremtidig vedligehold for valget af materialer til de bærende konstruktionsdele?
 - At efterfølgende vedligehold og omfanget af dette spiller ind på valget af konstruktionsmaterialer?
- Ønsket om lang levetid for valget af materialer til de bærende konstruktionsdele?
 - Om levetiden af materialerne har en betydning for valget af konstruktionsmaterialer?

- Muligheden for genbrug for valget af materialer eller bygningsdele til de bærende konstruktionsdele?
 - Dette ift. indtænkning af genbrug af konstruktionsdele, når en bygning senere skal nedrives.
- Eksponeringsklassen for valget af materialer til de bærende konstruktionsdele?
 - Her tænkes på eksponeringer i form af vejr, dvs. sol, vind og regn/sne samt vand, fugt, klorider mm., som påvirker konstruktionsdelenes nedbrydning.

Figur 8 viser, hvordan disse forhold vurderes af respondenterne, både samlet og for etageboligbyggeri, kontor og industri/lagerbyggeri. Kun de respondenter, der har prioriteret materialer som ét af de tre vigtigste dimensionerende forhold, har besvaret disse spørgsmål.

Figur 8. Gennemsnitlig vurderet betydning af underliggende forhold relateret til materialer blandt respondenter i nybyggeri



Note: N = 30-32 på aggregeret niveau, 13-15 for etageboligbyggeri, 5 for kontor, 5-6 for industri og lager og 6 for andet byggeri. Skala fra 1 (ingen betydning) til 5 (stor betydning).

Når vi ser på tværs af alle besvarelser, er det tydeligt, at materialernes holdbarhed (4,19) og eksponeringsklasse (4,06) vurderes som de mest betydningsfulde faktorer. Det viser at styrke og miljøpåvirkninger er styrende for dimensioneringen, mens hensyn til genanvendelse ligger lavt (3,00), hvilket indikerer, at cirkulære løsninger endnu ikke har stor indflydelse.

For etageboliger ligger eksponeringsklasse (4,20) og holdbarhed (4,00) øverst. Ekspertter finder det overraskende, at eksponeringsklassen vurderes så højt, da de fleste konstruktioner står bag klimaskærmen og normalt ikke er komplicerede. Forklaringen kan være at der er flere projekter, hvor salt og fugt har

stor betydning. Det kan være projekter som kældre og etageboligbyggerier tæt på vand, hvor salt og fugt har en stor betydning. Genanvendelse (2,86) ligger lavt, hvilket understøtter, at økonomiske hensyn og hurtig opførelse prioriteres frem for cirkulære løsninger. Ekspertes peger på, at boligbyggeri ofte opføres med fokus på profit og hurtig omsætning, hvilket betyder, at kvalitet og levetid ikke vægtes lige så højt som i kontorbyggeri.

Kontorbyggeri skiller sig markant ud. Her topper fremtidig vedligehold og lang levetid (4,60), tæt fulgt af eksponeringsklasse (4,40). Ekspertes forklarer, at dette kan hænge sammen med, at firmaer ofte bygger til sig selv og ønsker bygninger med lang levetid og høj kvalitet. Bæredygtighed spiller også en større rolle her (genanvendelse 3,80), hvilket stemmer overens med, at kontorbyggeri ofte indgår i certificeringsordninger og brandingstrategier.

For industri, lager og værksteder vurderes eksponeringsklasse (4,33) som den mest betydningsfulde faktor, tæt fulgt af holdbarhed (4,17). Ekspertes peger på, at dette skyldes krav til betonstyrke og dæklag, især når der anvendes armering, hvilket mange oplever som en udfordring. Vedligehold og lang levetid ligger på 4,00, mens genanvendelse (2,00) vurderes som næsten uden betydning. Det er ikke overraskende, da fokus i industribyggeri er optimering og funktionalitet frem for cirkulære hensyn.

For andet byggeri er det også særligt materialernes holdbarhed som har betydning (4,5). Derudover har muligheden for genanvendelse for valget af materialer også en større betydning end nogle af de andre bygningstyper (3,67). Bygningstyperne der er samlet i kategorien er for materialer Hospitaler, Blandet funktion og Andet.

På tværs af alle besvarelser er det tydeligt, at krav til styrke, holdbarhed og miljøpåvirkninger styrer dimensioneringen, mens bæredygtighed i form af genanvendelse spiller en begrænset rolle. Variationerne mellem bygningstyper afspejler deres funktion: boliger prioriterer robusthed mod fugt, kontorer vægter levetid og kvalitet, og industri fokuserer på eksponeringsklasse og bygbarhed.

3.3.4. Tekniske installationer

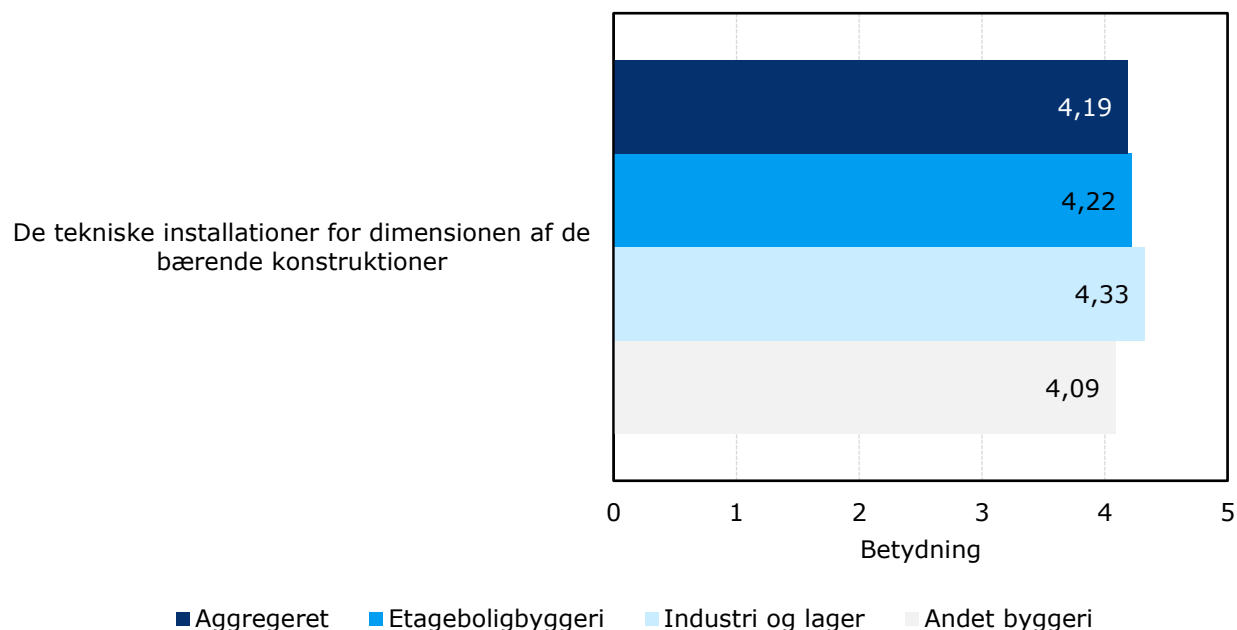
Det fjerde mest prioriteret forhold er tekniske installationer. Denne kategori handler om, hvordan mekaniske og elektriske installationer påvirker dimensioneringen af bærende konstruktioner. Baggrunden for spørgsmålet er, at installationer ofte skal integreres i konstruktionen, hvilket kan stille krav til bjælkehøjder, placering af skakte eller større spændvidder for at sikre frihøjde og fleksibilitet.

I spørgeskemaet blev der spurgt om, hvilken betydning nedenstående forhold har:

- De tekniske installationer, herunder føringsveje, for dimensionen af de bærende konstruktioner?
 - Påvirker mekaniske og elektriske installationer størrelsen af konstruktionernes dimensioner, som fx større dimensioner og mere armering.

Figur 9 viser, hvordan dette forhold vurderes af respondenterne, både samlet og for etageboligbyggeri samt industri- og lagerbyggeri. Kun de respondenter, der har prioriteret tekniske installationer som ét af de tre vigtigste dimensionerende forhold, har besvaret dette spørgsmål.

Figur 9. Gennemsnitlig vurderet betydning af underliggende forhold relateret til tekniske installationer blandt respondenter i nybyggeri



Note: N = 26 på aggregeret niveau, 9 for etageboligbyggeri, 6 for industri og lager og 11 for andet byggeri. Skala fra 1 (ingen betydning) til 5 (stor betydning).

Når vi ser på tværs af alle besvarelser, vurderes tekniske installationer som et forhold med stor betydning (4,19). Det indikerer, at installationer ofte har direkte indflydelse på konstruktionernes dimensioner. For etageboligbyggeri ligger vurderingen næsten identisk (4,22), hvilket afspejler, at installationer i boliger typisk skal integreres i et begrænset pladsareal, hvor der er behov for at tilpasse bjælkehøjder og skakte. For industri- og lagerbyggeri ligger vurderingen lidt højere (4,33). Her er installationerne ofte omfattende og kræver store føringsveje til ventilation, procesrør og tekniske systemer. Det kan medføre behov for større spændvidder eller særlige løsninger for at sikre frihøjde og fleksibilitet i produktionsområder.

For andet byggeri vurderes spørgsmålet lidt lavere (4,09). Bygningstyperne der er samlet under tekniske installationer er Enfamiliehuse, Forsamling (fx sport og koncert), Kontor, Undervisning og institutioner og Blandet funktion.

3.3.5. Bygningsfysik

Det femte mest prioriteret forhold er bygningsfysik, altså de fysiske egenskaber, der kan påvirke dimensioneringen af bærende konstruktioner.

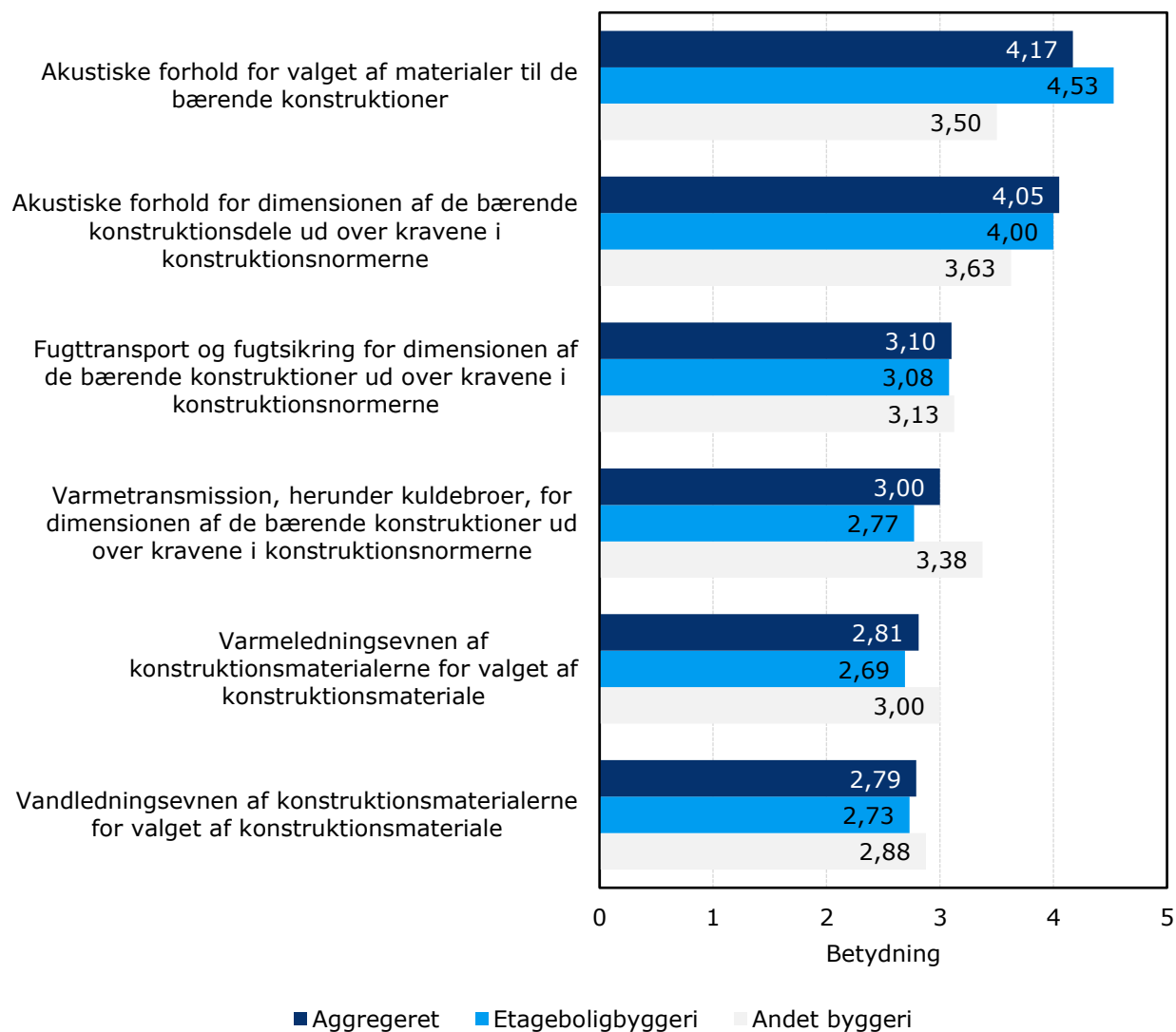
I spørgeskemaet blev der spurgt om, hvilken betydning nedenstående forhold har:

- Betydning af om akustiske forhold medfører, at der vælges bestemte materialer til de bærende konstruktioner?
 - Fx lyd gennem etagedæk og skillevægge
- Betydning af akustiske forhold for dimensionen af de bærende konstruktionsdele

- Kan akustiske forhold gøre, at konstruktioners dimensioner vælges større end nødvendigt for bæreevnen.
- Kan varmekonforhold gøre, at konstruktionsdele får større dimensioner end nødvendigt for bæreevnen?
 - Kan varmekonforhold gøre, at konstruktioners dimensioner vælges større end nødvendigt for bæreevnen.
- Om varmeledningsevnen påvirker valget af materialer til bærende konstruktioner?
 - Materialer har forskellig varmeledningsevne, hvilket kan være afgørende for energikrav og komfort.
- Kan fugtkonforhold gøre, at konstruktionsdele får større dimensioner end nødvendigt for bæreevnen?
 - Fx kan ekstra tykkelse eller fugtsikring være nødvendig for at undgå skader i fugtige miljøer.
- Om vandledningsevnen påvirker valget af materialer til bærende konstruktioner?
 - Materialer har forskellig vandledningsevne, hvilket spiller en rolle ved fx kælderkonstruktioner og fundamenter.

Figur 10 viser, hvordan disse faktorer vurderes af respondenterne, både samlet og for etageboligbyggeri. Kun de respondenter, der har prioriteret bygningsfysik som ét af de tre vigtigste dimensionerende forhold, har besvaret disse spørgsmål.

Figur 10. Gennemsnitlig vurderet betydning af underliggende forhold relateret til bygningsfysik blandt respondenter i nybyggeri



Note: N = 19-23 på aggregeret niveau, 11-15 for etageboligbyggeri og 8 for andet byggeri. Skala fra 1 (ingen betydning) til 5 (stor betydning).

Bygningsfysik vurderes samlet set som et forhold med moderat betydning for dimensioneringen af bærende konstruktioner, men med tydelige variationer mellem de underliggende faktorer. På tværs af alle besvarelser ligger akustiske forhold klart øverst, både for valg af materialer (4,17) og for dimensionering ud over konstruktionsnormerne (4,05). Herefter følger fugttransport og fugtsikring (3,10), mens varmetransmission (3,00) og materialernes varme- og vandledningsevne ligger lavest (2,81 og 2,79).

For etageboligbyggeri er tendensen endnu tydeligere: akustiske krav topper med 4,53 for materialevalg og 4,00 for dimensionering. Det er ikke overraskende, da lydkrav ofte overtrumfer andre hensyn i

boligbyggeri. Særligt ved lejlighedsskel og etageadskillelser stilles der høje krav til lydisolering, hvilket kan medføre tykkere vægge og dæk end nødvendigt ud fra statiske beregninger. Som eksperter bemærker, diskuteres akustik langt oftere end varmetransmission, og akustikere stiller ofte krav, der styrer vægtykkelsen. Dette er en af årsagerne til, at betonelementer er udbredt i boligbyggeri, de giver bedre lydisolering end lettere materialer som træ.

De øvrige faktorer som fugttransport (3,08) og varmetransmission (2,77) vurderes lavere, hvilket afspejler, at kravene her typisk håndteres inden for normerne og sjældent medfører overdimensionering. Fugt kan dog spille en rolle i særlige situationer, men akustik er klart den dominerende faktor.

For andet byggeri vurderes de underliggende spørgsmål generelt lavere end for etageboligbyggeri. Det er dog stadig de akustiske forhold der har den største betydning for denne kategori. Varmetransmission, herunder kuldebroer, scorer markant højere for andet byggeri end for etageboligbyggeri. Bygningstyperne der er samlet for bygningsfysik er Hospitaller, Hotel, Industri, lager og værksteder, Kontor, Blandet funktion og Andet.

Overordnet viser resultaterne, at bygningsfysiske forhold spiller en begrænset, men ikke ubetydelig rolle for dimensioneringen, og at akustiske krav er det klart mest styrende element. Samtidig varierer betydningen mellem bygningstyper, hvor etageboligbyggeri skiller sig ud med markant højere vægtning af akustik, mens øvrige bygningsfysiske forhold generelt tillægges mindre betydning.

3.3.6. Økonomi og organisation

Det sjette forhold er økonomi og organisation, herunder hvordan økonomiske rammer og organisatoriske vilkår påvirker dimensioneringen af bærende konstruktioner. Her handler det om, hvor meget tid og budget styrer projekteringen, og om samarbejdsmodeller og incitamenter har betydning for, hvor langt man går med optimering.

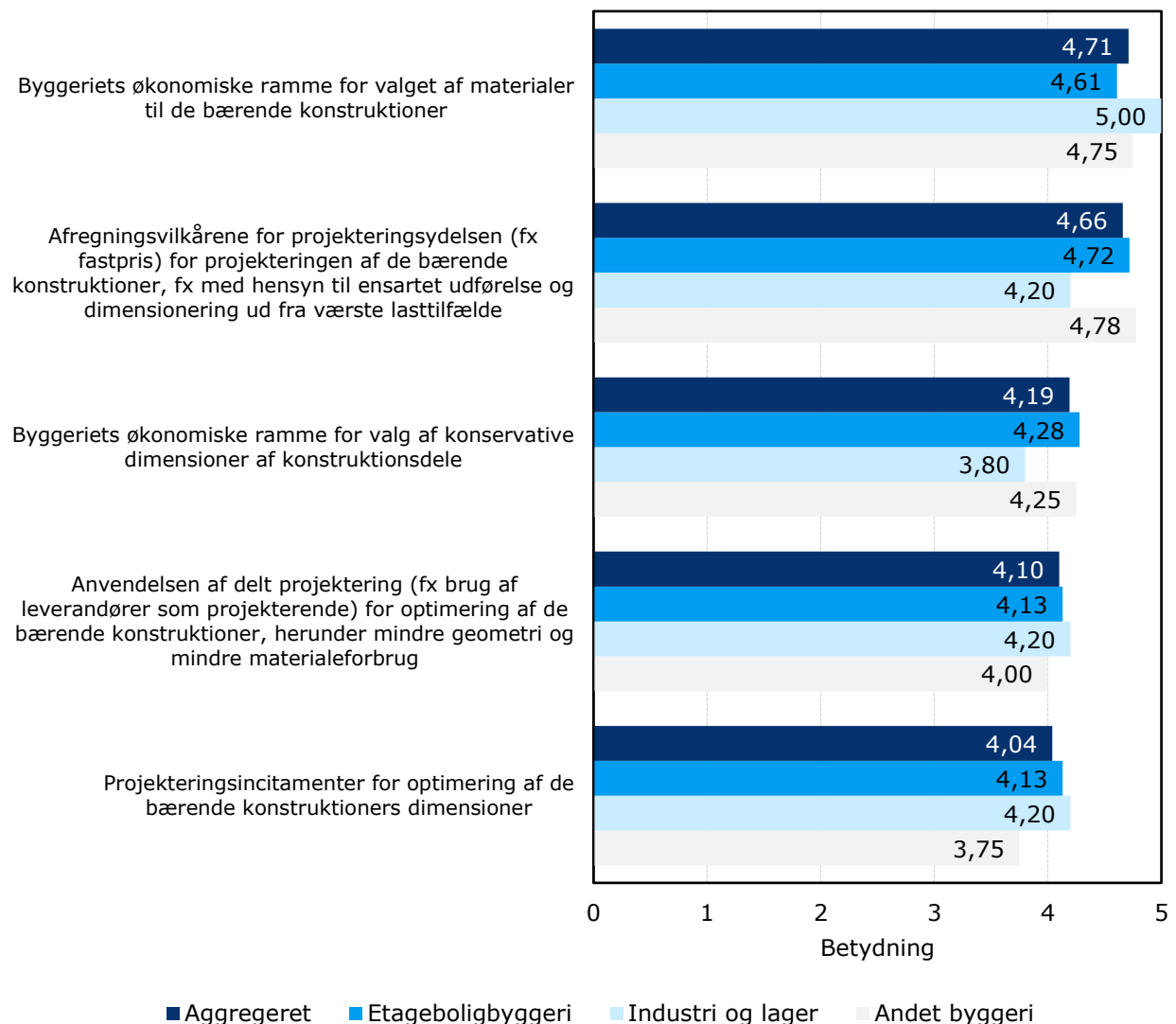
I spørgeskemaet blev der spurgt om, hvilken betydning nedenstående forhold har:

- Om den økonomiske ramme for byggeriet påvirker valget af materialer til de bærende konstruktioner
 - Herunder om økonomien medfører, at der vælges andre materialer end dem, der ellers ville være valgt ud fra overordnede funktionskrav, holdbarhed og levetid.
- Om den økonomiske ramme for byggeriet påvirker, at der vælges konservative dimensioner af konstruktionsdele
 - Herunder om en stram økonomi påvirker optimeringen, således at dimensionerne kunne have været mindre ved en mindre stram økonomi.
- Om afregningsvilkårene for projekteringsydelsen (fx fastpris) påvirker projekteringen af de bærende konstruktioner
 - Herunder om fast pris medfører valg af konservative dimensioner, fx ved gentagelse af sikre dimensioner for ensartede konstruktionsdele med forskellige laststørrelser.
- Om projekteringsincitamenter påvirker optimeringen af de bærende konstruktioners dimensioner
 - Herunder om mulighederne for optimering udnyttes, eller om der fortsat projekteres konservativt og sikkert.
- Om anvendelsen af delt projektering (fx brug af leverandører som projekterende) påvirker optimeringen af de bærende konstruktioner

- Herunder om delt projektering medfører, at dimensioner, styrker og stivhed bliver større end nødvendigt, samt om projekteringsgrundlaget begrænser optimering, fx på grund af den måde laster er angivet på.

Figur 11 viser, hvordan disse faktorer vurderes af respondenterne, både samlet og for etageboligbyggeri samt industri- og lagerbyggeri. Kun de respondenter, der har prioriteret økonomi og organisation som ét af de tre vigtigste dimensionerende forhold, har besvaret disse spørgsmål.

Figur 11. Gennemsnitlig vurderet betydning af underliggende forhold relateret til økonomi og organisation blandt respondenter i nybyggeri



Note: N = 28-31 på aggregeret niveau, 15-18 for etageboligbyggeri, 5 for industri og lager og 8 for andet byggeri. Skala fra 1 (ingen betydning) til 5 (stor betydning).

Når vi ser på tværs af besvarelserne, står det klart, at økonomiske rammer og afregningsvilkår er blandt de mest styrende faktorer. Byggeriets økonomiske ramme for valg af materialer ligger øverst (4,71), tæt fulgt af afregningsvilkår for projekteringsydelsen (4,66). Det viser, at budget har stor indflydelse på, hvor meget der optimeres i projekterne.

For etageboligbyggeri vurderes afregningsvilkår (4,72) og økonomiske rammer for materialevalg (4,61) som de mest betydningsfulde. Eksperter peger på, at dette hænger sammen med et stigende pres på tid og økonomi. Jo mindre tid, jo mere ensrettes løsningerne, og projekterne bliver konservative i vurderingerne. Entreprenører ønsker ofte at komme hurtigt i gang med byggeriet, hvilket kan føre til valg af præfabrikerede elementer frem for in-situ støbning, selvom sidstnævnte kunne give bedre optimering. Fabrikproduktion er både hurtigere og billigere, fordi flere elementer kan støbes sideløbende, mens in-situ kræver længere hærdetid og forlænger byggeperioden. Den økonomiske ramme bliver derfor afgørende for, at man ikke optimerer konstruktionerne fuldt ud.

For industri- og lagerbyggeri er tendensen endnu tydeligere: økonomiske rammer for materialevalg scorer helt op til 5,00, hvilket viser, at prisen er den dominerende faktor. Afregningsvilkår og delt projektering ligger på 4,20, hvilket indikerer, at samarbejdsmodeller og incitamenter også spiller en rolle, men ikke på niveau med materialevalg. Projekteringsincitamenter og konservative dimensioner ligger lidt lavere, men stadig højt, hvilket afspejler, at tidspres og økonomi ofte fører til valg af sikre og ensartede løsninger frem for optimering.

For andet byggeri spiller de økonomiske rammer også en stor betydning. Bygningstyperne der er samlet under andet byggeri er Kontor, Hotel og Blandet funktion.

Selvom økonomi og organisation ikke er blandt de forhold der er prioriteret højest, kan det ses på de underliggende parametre, at det er et meget styrende forhold for dimensioneringen af bærende konstruktioner. Når budget er presset, vælges ofte standardiserede og konservative løsninger frem for projektspecifik optimering.

3.3.7. Produktion, transport og montage

Det syvende forhold, vi ser nærmere på, er produktion, transport og montage, altså de praktiske hensyn, der kan påvirke dimensioneringen af bærende konstruktioner. Her handler det om, hvordan krav til bygbarhed, produktionsforhold, transport og montage kan medføre større dimensioner eller valg af mere robuste løsninger end nødvendigt ud fra normkravene.

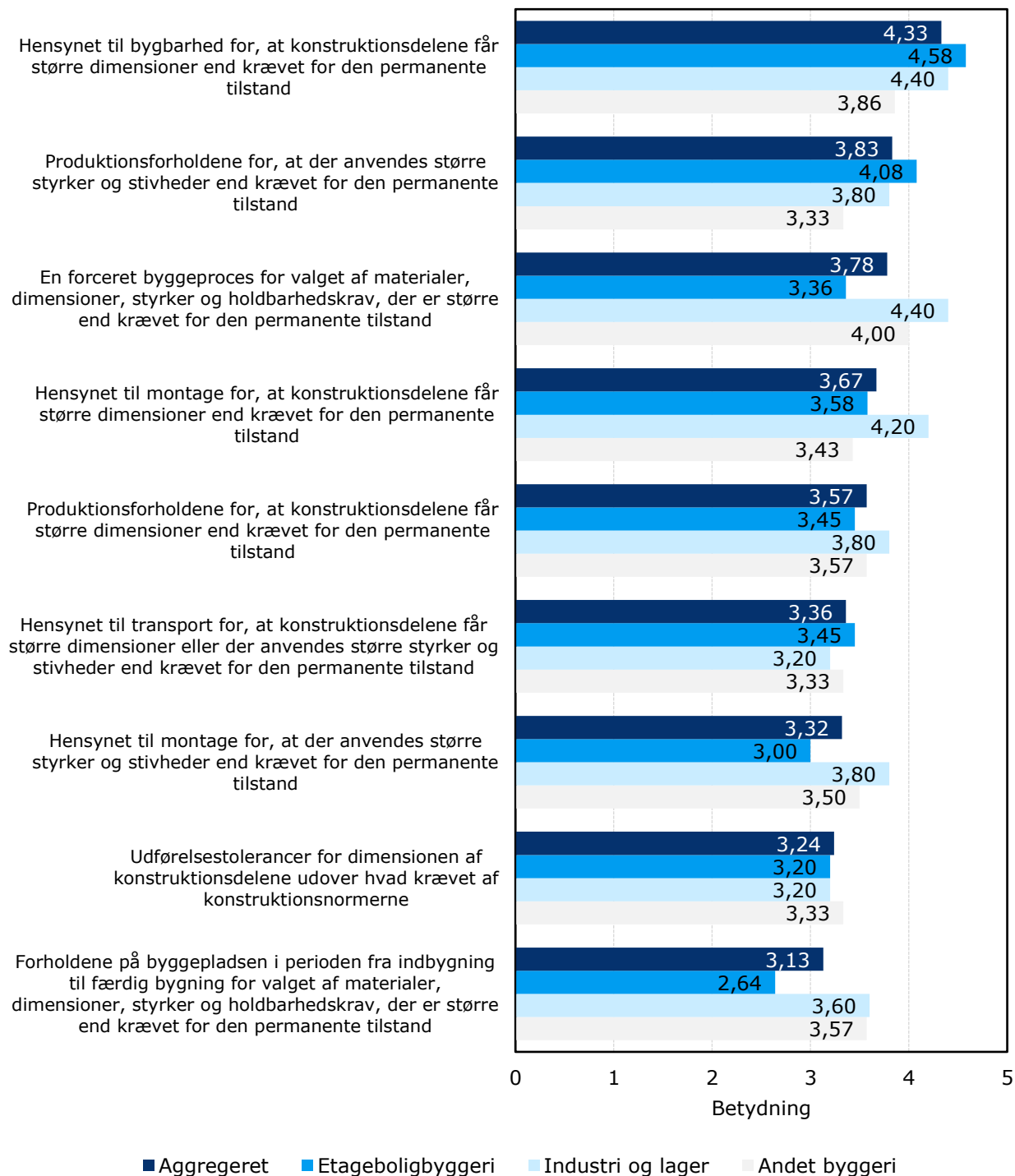
I spørgeskemaet blev der spurgt om, hvilken betydning nedenstående forhold har:

- Om hensynet til bygbarhed medfører, at konstruktionsdelene får større dimensioner end krævet for den permanente tilstand
 - I forhold til udførelsen af de bærende konstruktioner kan der være behov for større dimensioner end krævet af konstruktionsnormerne.
- Om produktionsforholdene medfører, at konstruktionsdelene får større dimensioner end krævet for den permanente tilstand.
 - Set i forhold til selve produktionen af bygningsdelene på fx fabrik eller byggeplads; transport og montage indgår ikke i dette punkt.
- Om produktionsforholdene medfører, at der anvendes større styrker og stivheder end krævet for den permanente tilstand.
 - Fx ved anvendelse af større styrker for at muliggøre en hurtigere produktion.

- Om hensynet til transport medfører, at konstruktionsdelene får større dimensioner end krævet for den permanente tilstand.
 - Fx at transporten af konstruktionsdelene påvirker, så der anvendes større dimensioner end nødvendigt for den permanente tilstand
- Om hensynet til transport medfører, at der anvendes større styrker og stivheder end krævet for den permanente tilstand
 - Fx hvis transporten af konstruktionsdelene medfører behov for større materialestyrker end nødvendigt i den permanente tilstand.
- Om hensynet til montage medfører, at konstruktionsdelene får større dimensioner end krævet for den permanente tilstand.
 - Fx i relation til midlertidige understøtnings- og afstivningsforhold under montagen.
- Om hensynet til montage medfører, at der anvendes større styrker og stivheder end krævet for den permanente tilstand.
 - Fx som følge af midlertidige belastninger under montage
- Om forholdene på byggepladsen i perioden fra indbygning til færdig bygning påvirker valget af materialer, dimensioner, styrker og holdbarhedskrav.
 - Fx valg af materialer og eksponeringsklasser som følge af forholdene i den midlertidige tilstand.
- Om en forceret byggeproces påvirker valget af materialer, dimensioner, styrker og holdbarhedskrav.
 - Fx som følge af bygherres ønske om tidsmæssig fremme af byggeriet.
- Om udførelsestolerancer medfører større dimensioner af konstruktionsdelene end krævet af konstruktionsnormerne.
 - Fx tolerancer for de enkelte konstruktionsdele og i forbindelse med sammenbygning af konstruktioner.

Figur 12 viser, hvordan disse faktorer vurderes af respondenterne, både samlet og for etageboligbyggeri samt industri- og lagerbyggeri. Kun de respondenter, der har prioriteret produktion, transport og montage som ét af de tre vigtigste dimensionerende forhold, har besvaret disse spørgsmål.

Figur 12. Gennemsnitlig vurderet betydning af underliggende forhold relateret til produktion, transport og montage blandt respondenter i nybyggeri



Note: N = 21-24 på aggregeret niveau, 10-12 for etageboligbyggeri, 5 for industri og lager og 6-7 for andet byggeri. Skala fra 1 (ingen betydning) til 5 (stor betydning).

Når vi ser på tværs af besvarelsene, vurderes bygbarhed som den mest betydningsfulde faktor (4,33). Ifølge eksperter skyldes det, at bygbarhed handler om at sikre, at det, der projekteres, kan udføres i praksis uden at skabe uforholdsmæssige omkostninger, forsinkelser eller tekniske problemer. Hvis en løsning ikke er bygbar, kan det medføre omfattende tilpasninger på byggepladsen, hvilket både øger risikoen for fejl og kan blive meget dyrt. Herefter følger produktionsforholdene (3,83) og en forceret byggeproces (3,78). Eksperter peger på, at en forceret byggeproces er en tendens, der har udviklet sig over de sidste 10–15 år, hvor entreprenører ønsker at komme i jorden, før designet er færdigt. Det betyder, at man ofte vælger konservative løsninger for at være på den sikre side frem for at optimere.

For etageboliger er billedet meget lig det samlede niveau, men med lidt større betydning for bygbarhed (4,58) og produktionsforhold (4,08). Eksperter fremhæver, at dette afspejler behovet for ensartede løsninger gennem flere etager for at undgå fejl og sikre effektiv montage. Den forcerede byggeproces vurderes lavere (3,36) end i industribyggeri, hvilket kan skyldes, at boligbyggeri typisk har mere standardiserede løsninger og mindre kompleksitet i produktionen. Transport og udførelsestolerancer ligger lavt, hvilket understøtter, at disse faktorer sjældent er styrende i boligbyggeri.

For industri, lager og værksteder er tendensen endnu tydeligere: bygbarhed (4,40) og forceret byggeproces (4,40) topper, efterfulgt af montagehensyn (4,20). Dette understøtter, at praktiske hensyn og tidspres er særligt styrende i industribyggeri, hvor der er fokus på hurtig opførelse og effektiv logistik. Eksperterne fremhæver, at fabriksproduktion og standardisering ofte foretrækkes frem for in-situ støbning, fordi det giver bedre flow og lavere omkostninger.

For andet byggeri vurderes de underliggende forhold generelt lavere end for de andre bygningstyper. Det er dog særligt en forceret byggeproces (4,0) og hensynet til bygbarhed (3,86) der vurderes til at have den største betydning. Bygningstyperne der er samlet her er Kontor, Forsamling (fx sport og koncert) og Blandet funktion.

Overordnet viser resultaterne, at bygbarhed er det mest betydningsfulde forhold inden for produktion, transport og montage. Samtidig varierer betydningen af de øvrige forhold mellem bygningstyper, hvor særligt tidspres og udførelsesmæssige hensyn fylder mest i industri- og lagerbyggeri.

3.3.8. Bæredygtighed

Det ottende og sidste forhold, vi ser nærmere på, er bæredygtighed, et område, der i stigende grad påvirker projekteringen, men hvor betydningen for selve dimensioneringen stadig er under udvikling. Her handler det om, hvordan krav til livscyklusvurderinger (LCA), dokumentation for nye materialer og muligheder for genbrug af konstruktionsdele spiller ind.

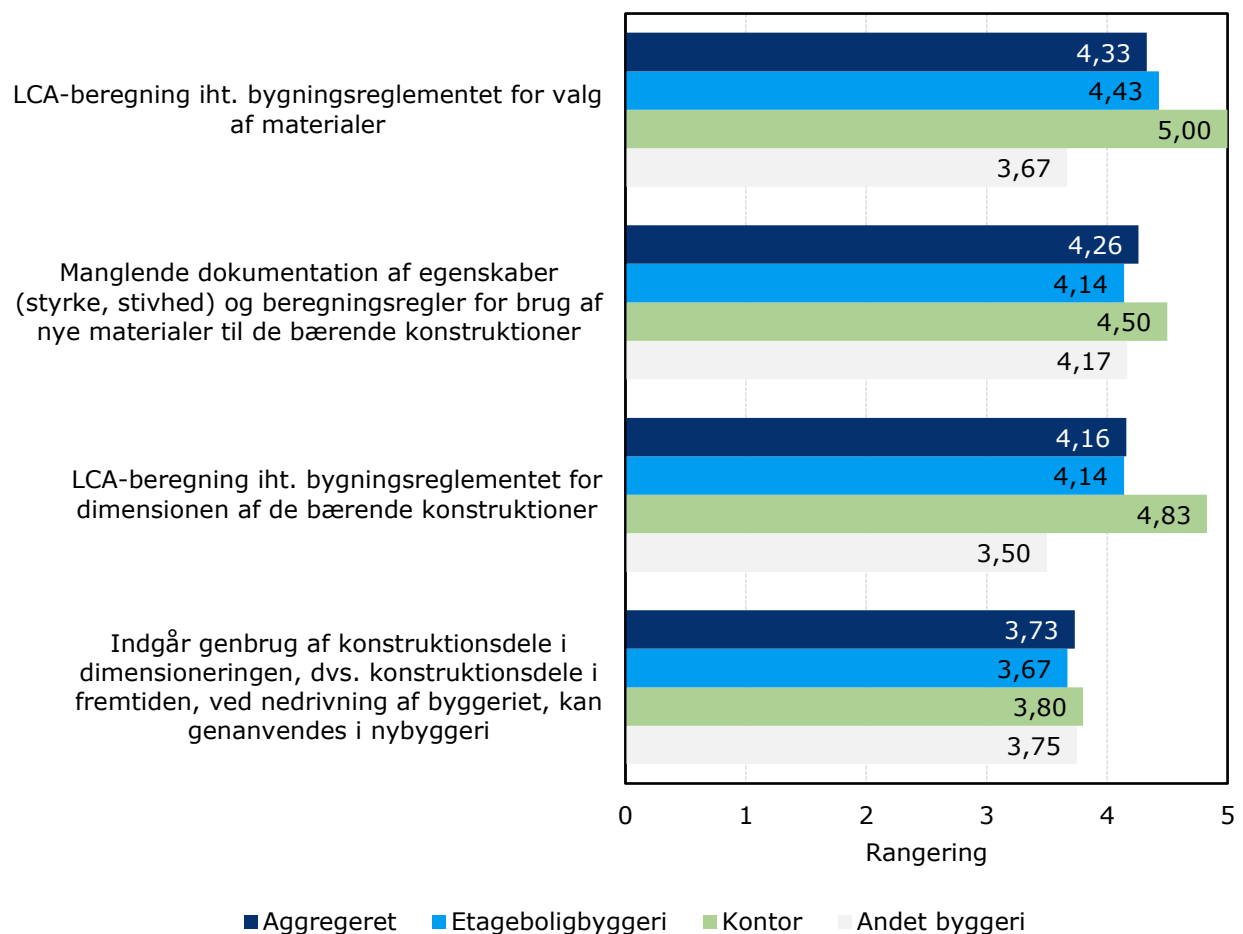
I spørgeskemaet blev der spurgt om, hvilken betydning nedenstående forhold har:

- LCA-beregninger i henhold til bygningsreglementet påvirker dimensioneringen af bærende konstruktioner
 - Dette fx ift., at der optimeres mere på konstruktionerne ift. optimering af materialesammensætning, fx svagere materialer, større dimensioner.
- LCA-beregninger styrer valget af materialer
 - Dette fx ift., at der optimeres mere på konstruktionerne ift. optimering af materialesammensætning, fx svagere materialer, større dimensioner.

- Manglende dokumentation for nye materialer medfører, at man vælger mere traditionelle løsninger
 - Dette er typisk materialer, der ikke er dækket af Eurocodes eller lignende almene accepterede standarder (som fx letbeton) som angivet i bygningsreglementets kapitel 15.
- Genbrug af konstruktionsdele indgår i dimensioneringen.
 - Dette kan være i form af, at det er let at skille konstruktionsdele fra hinanden og genanvende dem i deres helhed.

Figur 13 viser, hvordan disse faktorer vurderes af respondenterne, både samlet og for etageboligbyggeri samt kontorbyggeri. Kun de respondenter, der har prioriteret bæredygtighed som ét af de tre vigtigste dimensionerende forhold, har besvaret disse spørgsmål.

Figur 13. Gennemsnitlig vurderet betydning af underliggende forhold relateret til bæredygtighed blandt respondenter i nybyggeri



Note: N = 15-19 på aggregeret niveau, 6-7 for etageboligbyggeri, 5-6 for kontor og 4-6 for andet byggeri. Skala fra 1 (ingen betydning) til 5 (stor betydning).

Når vi ser på tværs af besvarelserne, vurderes LCA-beregninger som de mest betydningsfulde faktorer, både for valg af materialer (4,33) og for dimensionering (4,16). Ifølge eksperter skyldes dette, at klimakravene i bygningsreglementet har en reel effekt og tvinger projekterende til at indarbejde CO₂-aftryk i projekteringen. Manglende dokumentation for nye materialer ligger næsten lige så højt (4,26), hvilket viser, at usikkerhed om styrke og beregningsregler kan være en barriere for at vælge klimavenlige alternativer. Genbrug af konstruktionsdele vurderes lavere (3,73), men stadig med en vis betydning. Eksperter fremhæver at vurderingen afspejler, at der er et ønske om at genbrug af konstruktionsdele skal indgå i dimensioneringen, men at der stadig mangler regler for, hvornår man kan bruge.

Eksperter fremhæver, at det er positivt, at LCA-kravene fylder så meget, fordi det viser, at klimakravene i bygningsreglementet har en reel effekt. Man bliver tvunget til at inkludere CO₂-aftryk i projekteringen, hvilket er en vigtig udvikling. Samtidig peger eksperterne på, at manglende dokumentation for nye materialer kan have en negativ effekt, fordi det gør det sværere at anvende CO₂-neutrale alternativer. De fire underliggende forhold vurderes generelt højt, hvilket tolkes som et tegn på, at bæredygtighed tages alvorligt, selvom klimakravene kun har været gældende i få år og derfor stadig er nye for mange projekterende.

For etageboliger er billedet meget lig det samlede niveau: LCA-beregning for materialevalg (4,43) og manglende dokumentation (4,14) ligger øverst, mens genbrug af konstruktionsdele vurderes lavere (3,67). Eksperter peger på, at klimakravene har ramt projekteringen, men at de fleste ingeniører kun har erfaring med få projekter under de nye regler, hvilket gør, at bæredygtighed stadig opleves som et nyt og komplekst område. Genbrug fylder mindre, hvilket afspejler, at cirkulære løsninger endnu ikke er fuldt integreret i boligbyggeri.

Kontorbyggeri skiller sig markant ud med de højeste gennemsnit: LCA-beregning for materialevalg scorer helt op til 5,00, efterfulgt af LCA-beregning for dimensionering (4,83) og manglende dokumentation (4,50). Eksperter forklarer, at dette hænger sammen med, at kontorbyggeri ofte har en stærk profilering på bæredygtighed og certificeringer som DGNB eller LEED. Det hænger også sammen med, at bæredygtighed prioriteres højere for kontorer, end for de andre bygningstyper. Her er der prestige i at signalere grønne løsninger, hvilket gør, at LCA-kravene ikke kun opfyldes, men ofte prioriteres aktivt. Genbrug af konstruktionsdele ligger lavere (3,80), men stadig højere end i boligbyggeri, hvilket kan afspejle en større interesse for cirkulære principper i erhvervsbyggeri.

For andet byggeri er det særligt manglende dokumentation (4,17) der har den største betydning inden for bæredygtighed. Bygningstyperne der er samlet er Industri, lager og værksteder, Hotel, Blandet funktion og Andet.

Bæredygtighed vurderes som et forhold med betydelig indflydelse, især gennem LCA-beregninger og dokumentationskrav. Selvom genbrug spiller en mindre rolle, er tendensen klar: klimakravene i bygningsreglementet har gjort bæredygtighed til en faktor, der ikke længere kan ignoreres. Kontorbyggeri skiller sig ud som den bygningstype, hvor bæredygtighed har størst betydning, mens boligbyggeri stadig er præget af en mere forsigtig tilgang.

3.4. Opsamling

Kapitel 3 viser, at konstruktionsreglerne er det mest gennemgående og højest prioriterede dimensionerende forhold på tværs af alle bygningstyper. Samtidig varierer betydningen af arkitektur, materialer, installationer, bygningsfysik, økonomi og bæredygtighed mellem bygningstyper.

Etageboligbyggeri

For etageboligbyggeri ligger prioriteringen tæt på det samlede billede. Konstruktionsregler vurderes som det vigtigste dimensionerende forhold. Blandt de underliggende faktorer har akustiske krav særlig stor betydning, både for valg af materialer og for dimensionering ud over konstruktionsnormerne. Økonomi og organisation tillægges stor betydning, når de indgår, og bidrager til valg af standardiserede løsninger. Bæredygtighed spiller en rolle gennem LCA-beregninger og manglende dokumentation af egenskaber og beregningsregler for brug af nye materialer til de bærende konstruktioner, mens genbrug af konstruktionsdele vurderes lavere.

Kontorbyggeri

I kontorbyggeri vurderes konstruktionsregler fortsat som centrale, men arkitektur, materialer og bæredygtighed tillægges relativt større betydning end i etageboligbyggeri. LCA-beregninger for både materialevalg og dimensionering scorer højest blandt alle bygningstyper. Tekniske installationer vurderes som betydningsfulde, og komfortforhold som svingninger har større vægt end i etageboligbyggeri.

Industri-, lager- og værkstedsbyggeri

I industri-, lager- og værkstedsbyggeri er konstruktionsregler fortsat det mest styrende forhold. Tekniske installationer tillægges stor betydning, hvilket hænger sammen med store ventilations- og forsyningssystemer. Produktion, transport og montage vurderes også højere end i andre bygningstyper. Arkitektur og bæredygtighed vurderes generelt som mindre betydningsfulde for dimensioneringen.

Byggeri med blandet funktion

For byggeri med blandet funktion viser resultaterne et sammensat billede. Konstruktionsregler er fortsat højest prioriteret, mens arkitektur, installationer og materialer alle vurderes som betydningsfulde. Datagrundlaget for denne bygningstype skal dog tolkes med forbehold, da kategorien dækker forskellige forståelser af blandet funktion.

4. Eksisterende byggeri

Dette kapitel sætter fokus på de særlige udfordringer, der opstår, når bærende konstruktioner i eksisterende bygninger skal ændres eller tilpasses. Hvor kapitel 3 handlede om nybyggeri, undersøger vi her, hvilke behov der typisk driver renoveringsprojekter, og hvilke tekniske og praktiske barrierer der gør det vanskeligt at overholde gældende krav.

Kapitlet behandler to centrale spørgsmål. For det første ser kapitel 4.2 på, hvilke bygherrebehov der forekommer oftest i renoveringsprojekter. For det andet ser kapitel 4.3 på, hvilke udfordringer projekterende oftest møder, når de arbejder med eksisterende byggeri.

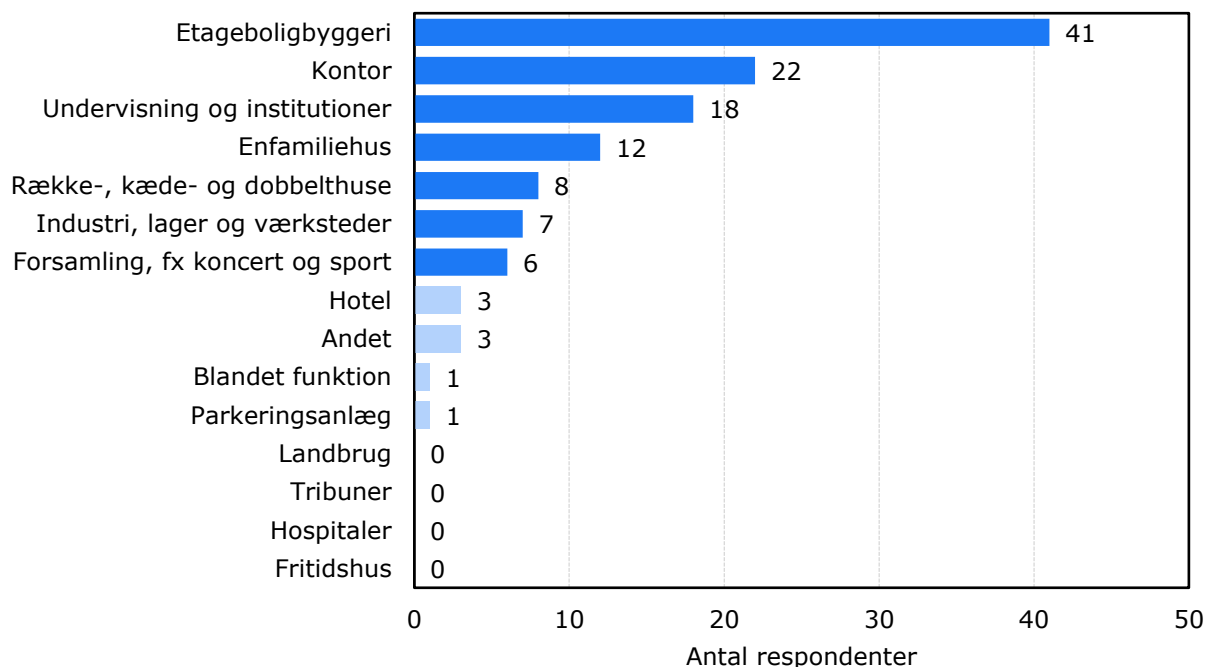
Respondenterne er blevet spurgt ind til en række bygherrebehov og udfordringer i spørgeskemaet. I følgende rapport medtages de 7 vigtigste bygherrebehov. Den resterende rangering kan findes i bilag 3. Det samme vil være tilfældet for de mest typiske udfordringer. Her vil det være de 8 mest forekommende udfordringer der vil blive præsenteret i rapporten. De resterende kan ligeledes ses i bilag 3.

Nogle af bygningstyperne er kun repræsenteret ved 5–8 besvarelser i nogle af de underliggende spørgsmål. Det er derfor vigtigt at understrege, at resultaterne for disse grupper skal tolkes med forbehold. Besvarelserne peger på nogle tendenser, men datagrundlaget er for begrænset til, at der kan drages sikre eller generaliserbare konklusioner.

4.1. Fordeling af respondenter

I alt har 47 respondenter med erfaring inden for eksisterende byggeri deltaget i undersøgelsen. Hver respondent har haft mulighed for at besvare spørgeskemaet for op til tre bygningstyper afhængigt af deres erfaringsområde, fx med erfaring inden for både enfamiliehuse og etageboligbyggeri. Dette resulterer i et samlet antal besvarelser på 122.

Figur 14. Fordeling af respondenter inden for eksisterende byggeri fordelt på bygningstype



Note: N = 122. Kun respondenter med svar på rangering af bygherrebehov er medtaget. Bygningstyper repræsenteret af mindst fem respondenter, og som dermed indgår i de videre analyser, er fremhævet.

Som vist i Figur 14 beskæftiger hovedparten af respondenterne (41) sig med etageboligbyggeri. Derudover arbejder 22 respondenter med byggeri inden for kontor, 18 respondenter inden for undervisning og institutioner, 12 respondenter inden for enfamiliehuse, 8 respondenter inden for række-, kæde- og dobbelthuse, 7 respondenter inden for industri, lager og værkstedet og 6 respondenter inden for forsamling, fx koncert og sport. Et mindre antal respondenter arbejder med byggeri inden for hotel (3), andet (3), blandet funktion (1) og parkeringsanlæg (1). På baggrund af ekspertvalidering vurderes fordelingen af respondenter overordnet at være repræsentativ, om end kontorbyggeri muligvis er let overrepræsenteret.

I de videre analyser indgår bygningstyper repræsenteret af under fem respondenter ikke, da datagrundlaget vurderes at være for begrænset. Der fokuseres således på besvarelserne inden for de syv fremhævede bygningstyper. Besvarelser inden for enfamiliehuse samt række-, kæde- og dobbelthuse er desuden sammenlagt, da disse vurderes at være tilstrækkeligt sammenlignelige områder til at kunne behandles under én kategori.

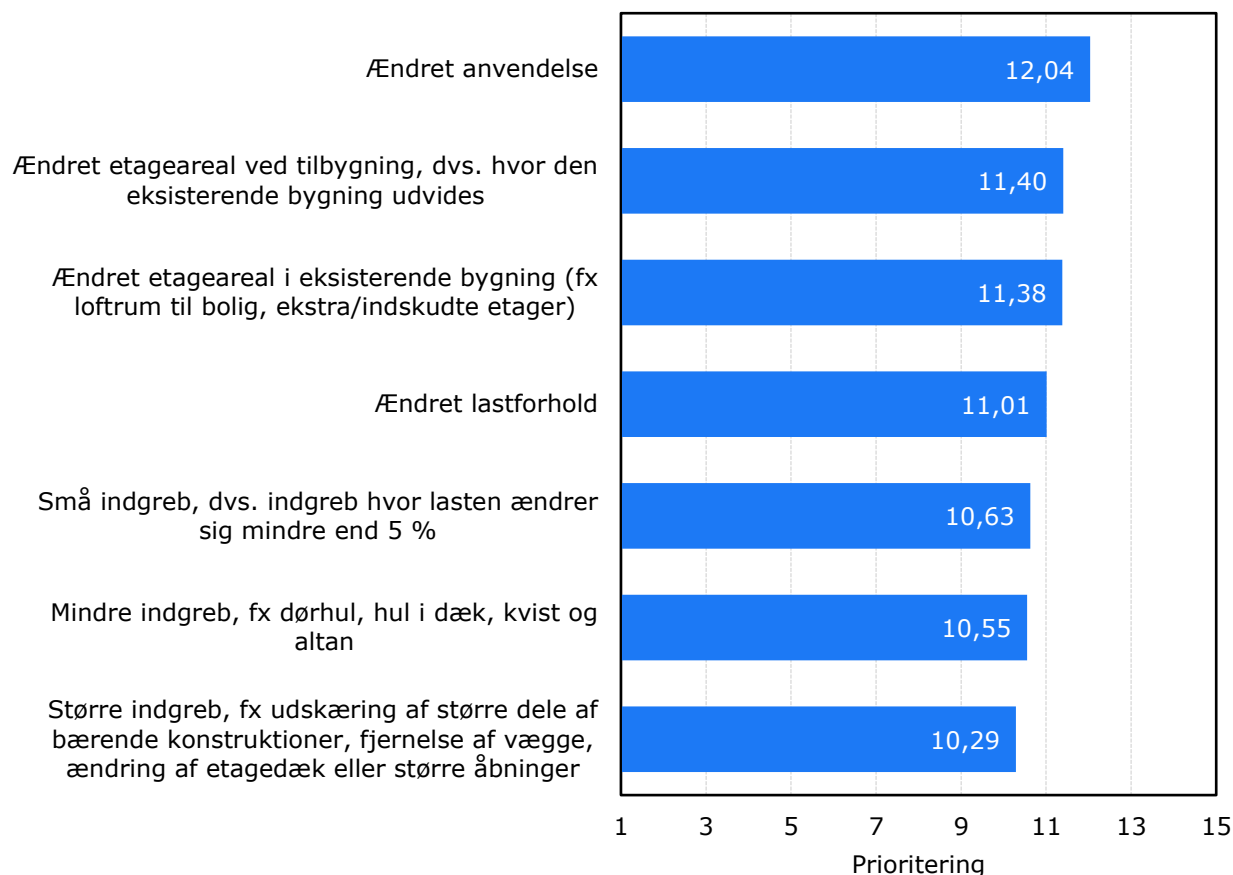
4.2. Ofte forekommende byggeherrebehov

Alle respondenter er blevet bedt om at rangere 15 forskellige byggeherrebehov efter, hvor hyppigt de forekommer i forbindelse med renoveringsprojekter for den valgte bygningstype. En højere værdi betyder derfor, at byggeherrebehovet forekommer oftere.

Det er værd at bemærke, at det ligner, at respondenterne har forholdt sig til de syv højest rangerede behov, mens de lavere rangerede behov ser ud til at være vurderet mindre aktivt. Det skaber en vis metodisk usikkerhed omkring placeringen af de lavest prioriterede behov, og disse bør derfor tolkes med forsigtighed.

Figur 15 viser de samlede besvarelser over de syv oftest forekommende byggeherrebehov. De resterende kan ses i bilag 3, hvor der er en samlet liste over spørgsmålene. Grundet den metodiske usikkerhed omkring placeringen medtages disse dog ikke i rapporten her.

Figur 15 Ofte forekommende byggeherrebehov blandt respondenter inden for eksisterende byggeri – aggregeret

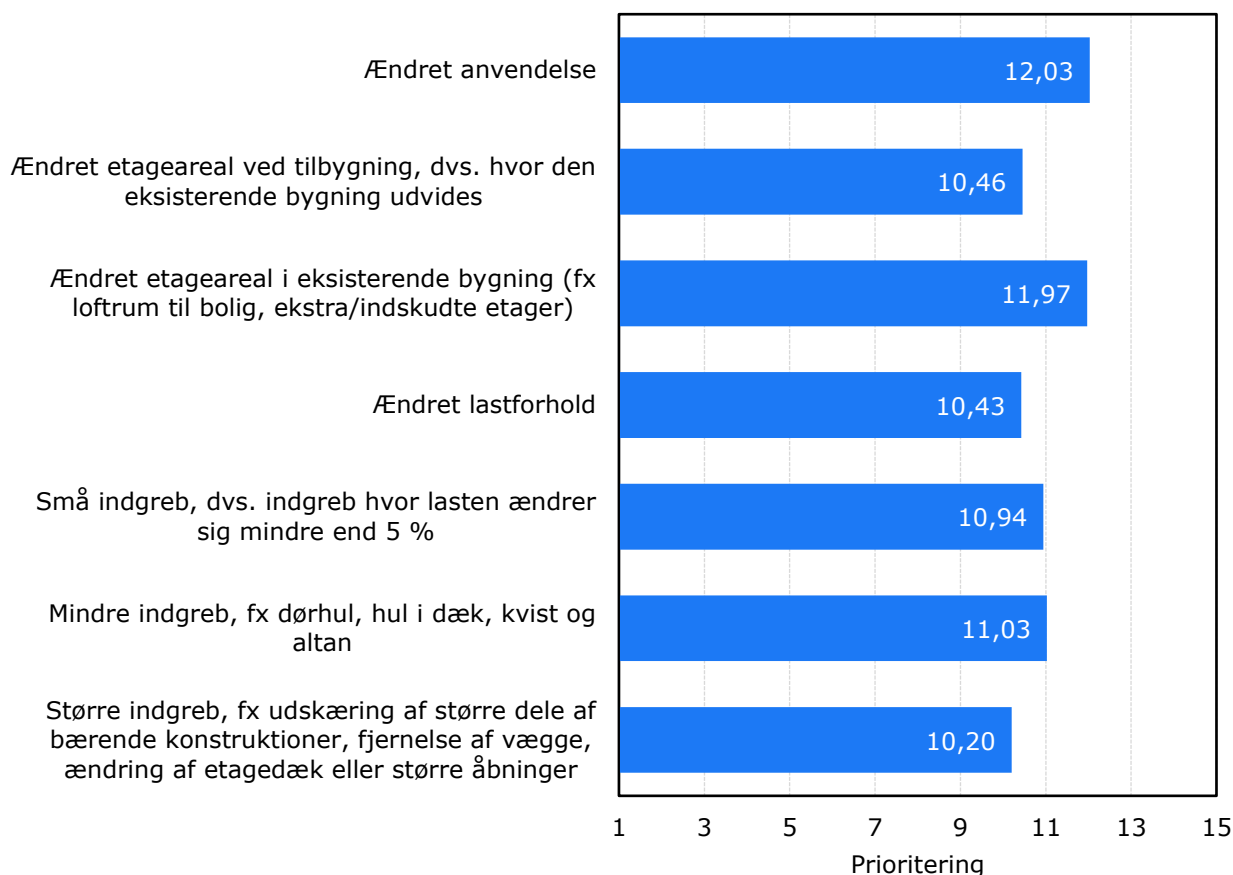


Note: N = 105. Højere værdi indikerer højere prioritering. Figuren viser kun de syv oftest forekommende behov, da de øvrige ni er rangeret væsentligt lavere og vurderes mindre pålidelige, fordi de muligvis ikke er blevet aktivt rangeret af respondenterne.

Figuren viser, at ændret anvendelse fremstår som det klart mest hyppige behov med en gennemsnitlig score på 12,04. Dette er ikke overraskende og stemmer godt overens med forventningerne, da ændret anvendelse ofte er en drivkraft for renovering. Eksperter peger på, at begrebet er bredt og kan dække over mange typer af ændringer, fra opdeling af boliger til tilgængelighedsprojekter, hvilket også kan forklare den høje placering.

Herefter følger ændret etageareal ved tilbygning (11,40), ændret etageareal i eksisterende bygninger (11,38) og ændrede lastforhold (11,01). Disse behov hænger tæt sammen med ændret anvendelse og afspejler, at renoveringer ofte handler om at udvide eller tilpasse bygningens funktion. Mindre indgreb som dørhuller og huller i dæk (10,55) samt små indgreb med lastændringer under 5 % (10,53) rangerer lavere, men fylder stadig i praksis. Større indgreb som udskæring af dele af bærende konstruktioner (10,29) ligger endnu lavere, hvilket kan skyldes, at sådanne indgreb er mere komplekse og derfor sjældnere gennemføres.

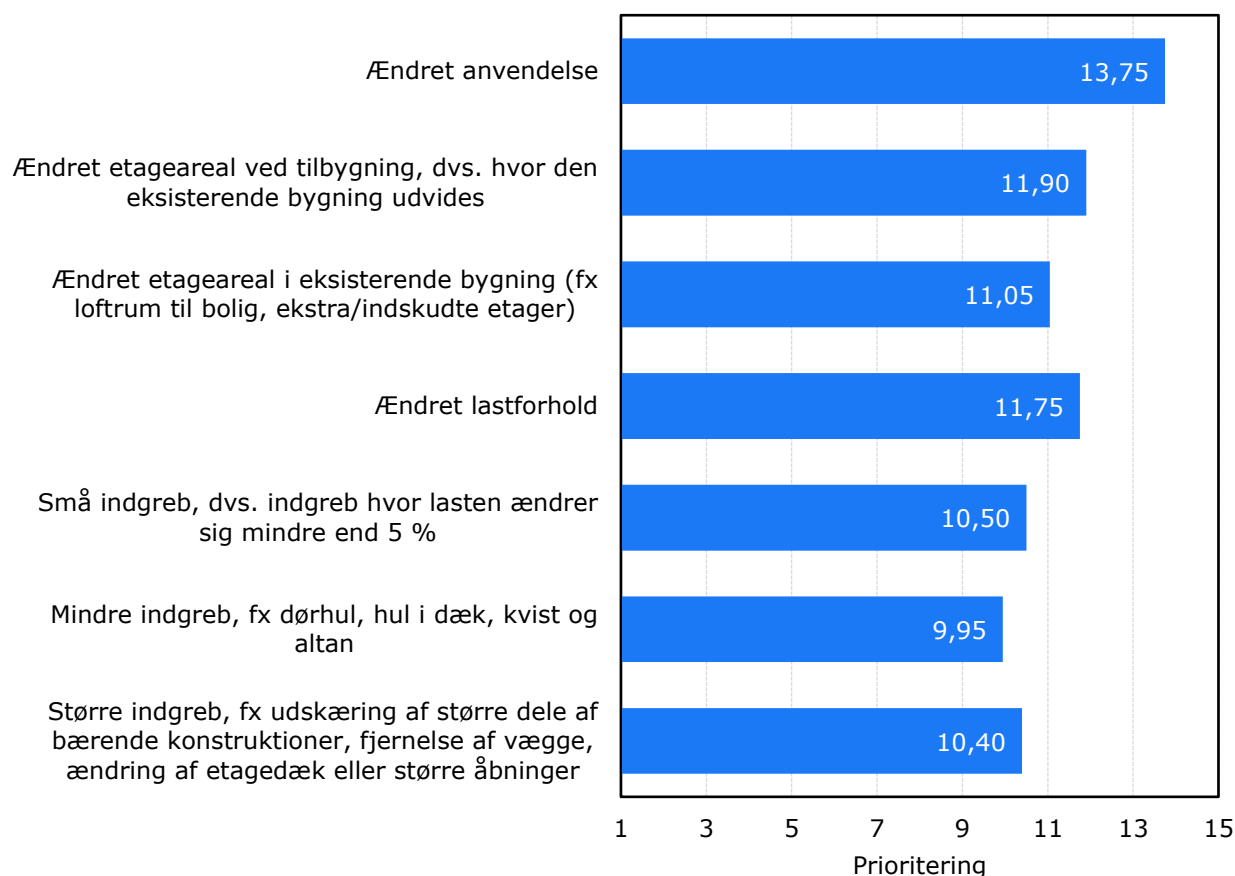
Figur 16 Ofte forekommende byggeherrebehov blandt respondenter inden for eksisterende byggeri – etageboligbyggeri



Note: N = 35. Højere værdi indikerer højere prioritering. Figuren viser kun de syv oftest forekommende behov, da de øvrige ni er rangeret væsentligt lavere og vurderes mindre pålidelige, fordi de muligvis ikke er blevet aktivt rangeret af respondenterne.

Som det fremgår af figur 16 følger etageboligbyggerier mønstret i store træk det samlede niveau, men med enkelte forskelle. Ændret anvendelse ligger fortsat øverst (12,03), men ændret etageareal i eksisterende bygning (11,97) og mindre indgreb som dørhuller og huller i dæk (11,03) rangeres højere end på aggregeret niveau. Det kan hænge sammen med, at små indgreb i gamle ejendomme, fx dørhuller i københavnerlejligheder, ofte bagatelliseres, selvom de faktisk kan have betydning for konsekvensklasse og kræve certificering. Omvendt vurderes ændret etageareal ved tilbygning (10,46) og ændrede lastforhold (10,43) som mindre hyppige end på aggregeret niveau. Ekspert bemærker, at ændret anvendelse og ændret etageareal sandsynligvis er opfattet som overlappende, hvilket kan forklare rangeringen.

Figur 17. Ofte forekommende byggeherrebehov blandt respondenter inden for eksisterende byggeri – kontor

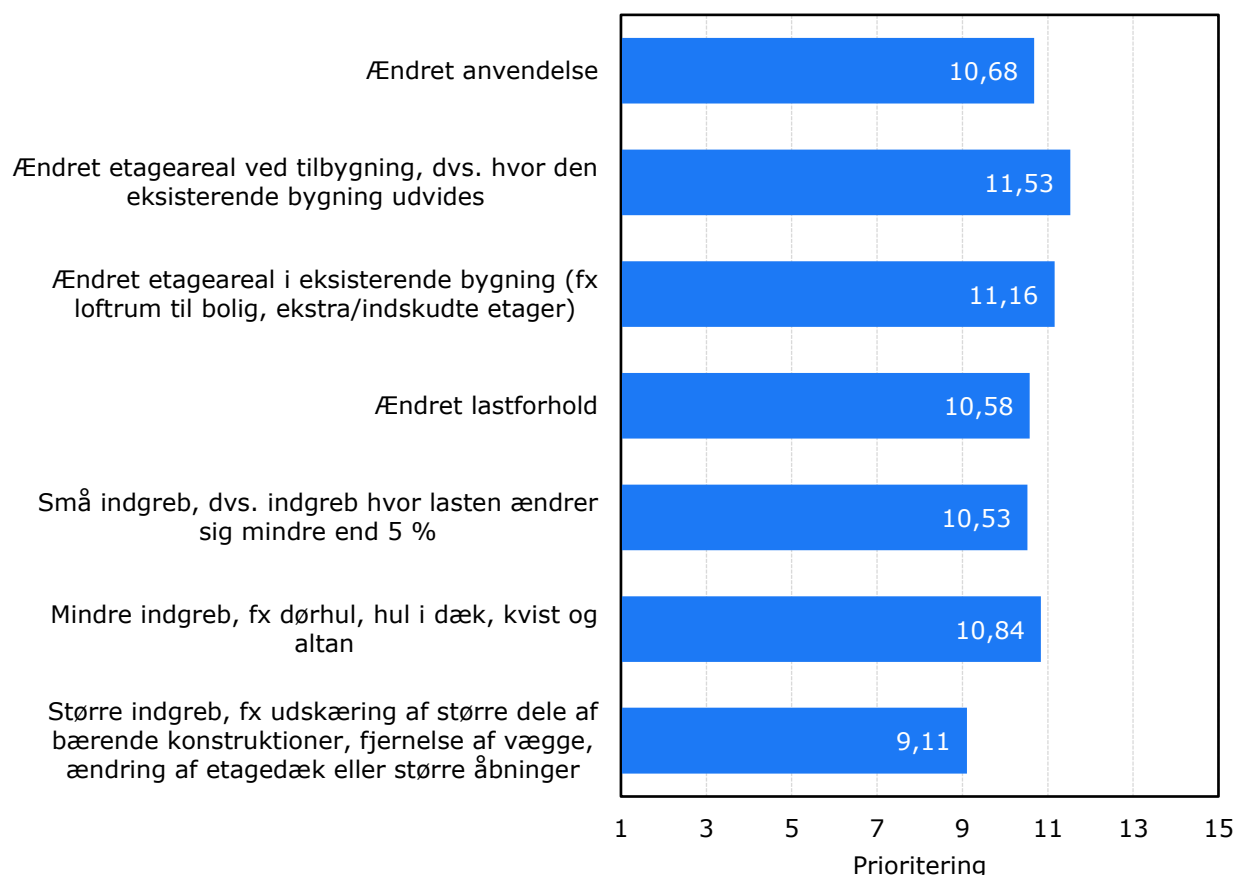


Note: N = 20. Højere værdi indikerer højere prioritering. Figuren viser kun de syv oftest forekommende behov, da de øvrige ni er rangeret væsentligt lavere og vurderes mindre pålidelige, fordi de muligvis ikke er blevet aktivt rangeret af respondenterne.

Af figur 17 ses det, at kontorbyggeri viser et lidt andet mønster. Her rangeres ændret anvendelse som det hyppigste behov (13,75), hvilket forekommer markant mere hyppigt end på aggregeret niveau. Ændret etageareal ved tilbygning (11,90) og ændret etageareal i eksisterende bygning (11,05) ligger også

højt, hvilket giver god mening, da kontorprojekter ofte omfatter udvidelser i højden for at skabe flere etager. Mindre indgreb som dørhuller og huller i dæk (9,95) forekommer sjældnere end i boliger. Ekspertter vurderer, at mønstret er logisk, da kontorbyggeri typisk har større strukturelle ændringer og færre mindre indgreb.

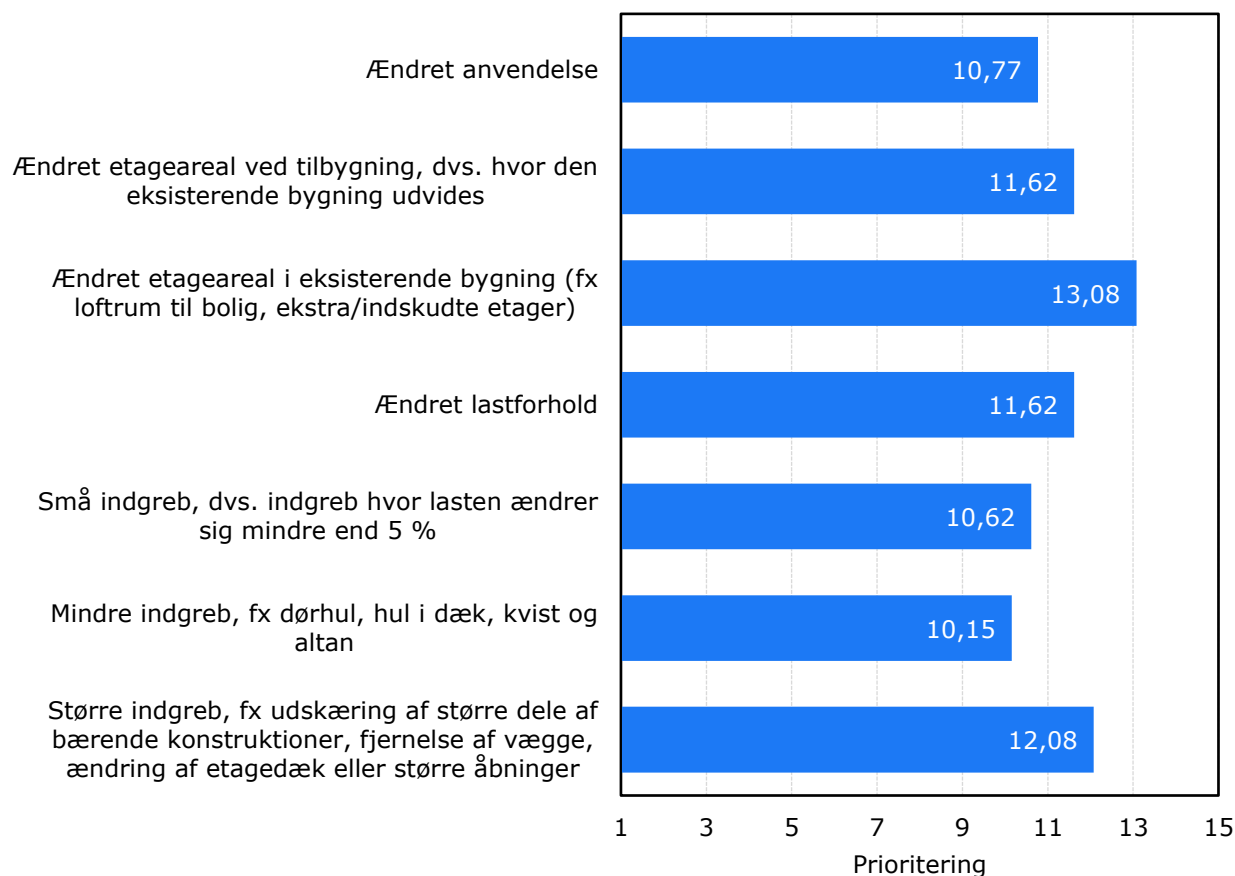
Figur 18. Ofte forekommende byggeherrebehov blandt respondenter inden for eksisterende byggeri – enfamiliehuse samt række-, kæde- og dobbelthuse.



Note: N = 19. Højere værdi indikerer højere prioritering. Figuren viser kun de syv oftest forekommende behov, da de øvrige ni er rangeret væsentligt lavere og vurderes mindre pålidelige, fordi de muligvis ikke er blevet aktivt rangeret af respondenterne.

For enfamiliehuse og rækkehuse vises på figur 18, hvor det kan ses, at billedet afviger markant fra både det samlede niveau og de øvrige typer. Ændret etageareal ved tilbygning ligger øverst (11,53), hvilket er forventeligt, da tilbygninger er en typisk løsning i småhusprojekter. Til gengæld vurderes ændret anvendelse (10,68), ændrede lastforhold (10,58) og større indgreb som udskæring af bærende konstruktioner (9,11) som væsentligt mindre hyppige end andre bygningstyper. Ekspertter peger på, at små og mindre indgreb fylder mere i mindre byggerier, mens større indgreb typisk forekommer i større bygninger som undervisning og forsamling. Derudover bemærkes, at der ikke altid ansøges om byggetilladelse ved ombygninger i mindre byggeri, og rådgivere er derfor måske ikke involveret i alle ændringer. Dette skaber en gråzone, hvor ændringer kan gennemføres uden fuld faglig kontrol.

Figur 19. Ofte forekommende byggeherrebehov blandt respondenter inden for eksisterende byggeri – undervisning og institutioner



Note: N = 13. Højere værdi indikerer højere prioritering. Figuren viser kun de syv oftest forekommende behov, da de øvrige ni er rangeret væsentligt lavere og vurderes mindre pålidelige, fordi de muligvis ikke er blevet aktivt rangeret af respondenterne.

Undervisning og institutioner skiller mønstret sig tydeligt ud, som det ses af figur 19. Ændret etageareal i eksisterende bygning rangeres som det klart mest hyppige behov (13,08), hvilket er betydeligt højere end for de andre bygningstyper. Større indgreb som udsikring af bærende konstruktioner (12,08) og ændrede lastforhold (11,62) forekommer også oftere end i andre typer. Omvendt ligger ændret anvendelse (10,77) og mindre indgreb som dørhuller og huller i dæk (10,15) lavere end på aggregeret niveau. Ekspertene vurderer, at dette er logisk, da undervisningsbyggeri ofte kræver omfattende ombygninger for at opfylde moderne krav til ventilation, akustik og funktionalitet. Store ventilationskanaler og tekniske installationer optager meget plads og kan kræve betydelige indgreb i konstruktionen.

Resultaterne bekræfter forventningerne: ændret anvendelse og ændret etageareal er de mest hyppige behov, mens mindre indgreb fylder mere i småhusprojekter og større indgreb i undervisnings- og institutionsbyggeri. Lovliggørelse fylder relativt lidt, hvilket er interessant, da det ofte opleves som en stor

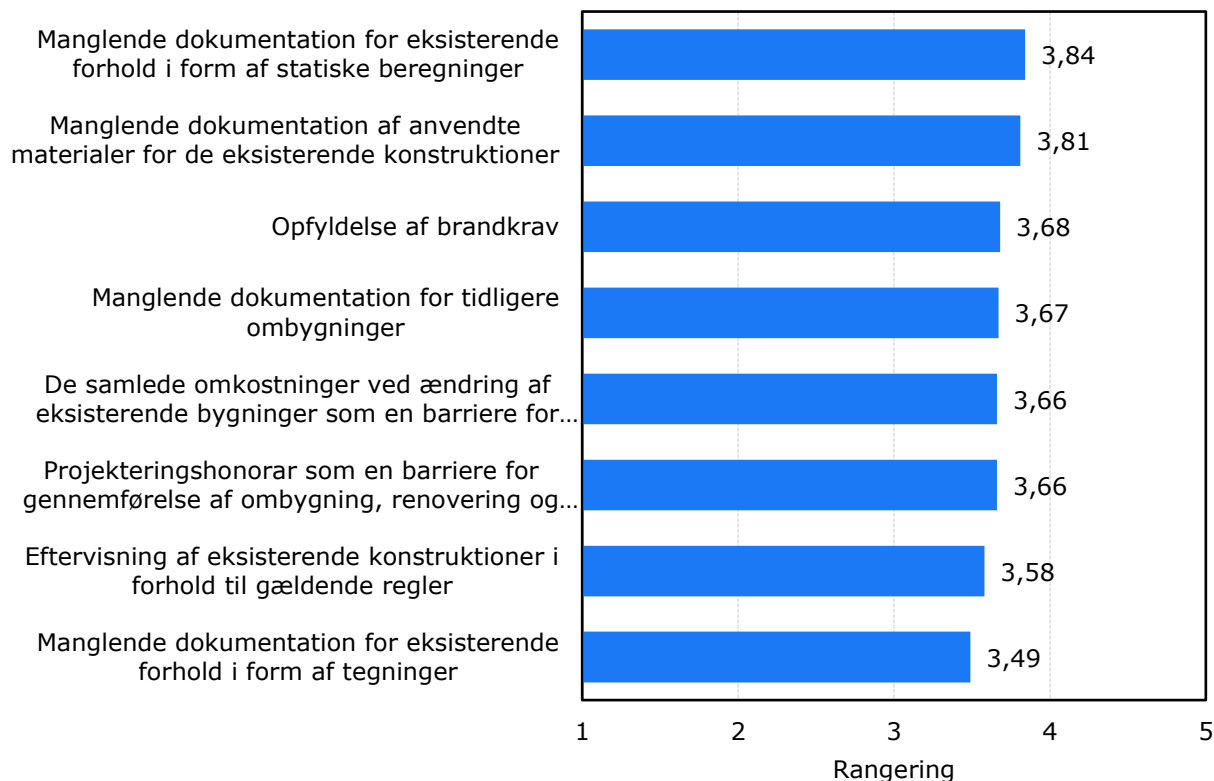
udfordring i praksis. Eksperter bemærker også, at fejl i projektering vurderes højere end fejl i udførelse, men ved lavere rangeringer er der stor usikkerhed, hvilket kan skyldes spørgsmålsformuleringen. Overordnet set ligner mønstret virkeligheden, og forskellene mellem bygningstyper giver ifølge eksperterne god mening.

4.3. Ofte forekommende udfordringer

Dette afsnit belyser de udfordringer, som projekterende oftest møder i forbindelse med renoveringsprojekter. Formålet er at give et samlet overblik over, hvilke barrierer der præger arbejdet med eksisterende bygninger, og hvordan disse varierer mellem bygningstyper. Analysen bygger på 17 forskellige udfordringer, som respondenterne har vurderet på en skala fra 1 til 5, hvor 1 betyder, at udfordringen aldrig forekommer, og 5 betyder, at den altid forekommer. Resultaterne giver et praksisnært indblik i, hvor projekterne typisk støder på problemer, fra dokumentation og myndighedskrav til økonomiske rammer og tekniske forhold.

Følgende afsnit viser de 8 udfordringer der forekommer oftest. For at se vurderingerne af de resterende udfordringer henvises der til Bilag 3, hvor den fulde figur kan findes.

Figur 20. Ofte forekommende udfordringer blandt respondenter inden for eksisterende byggeri – aggregeret



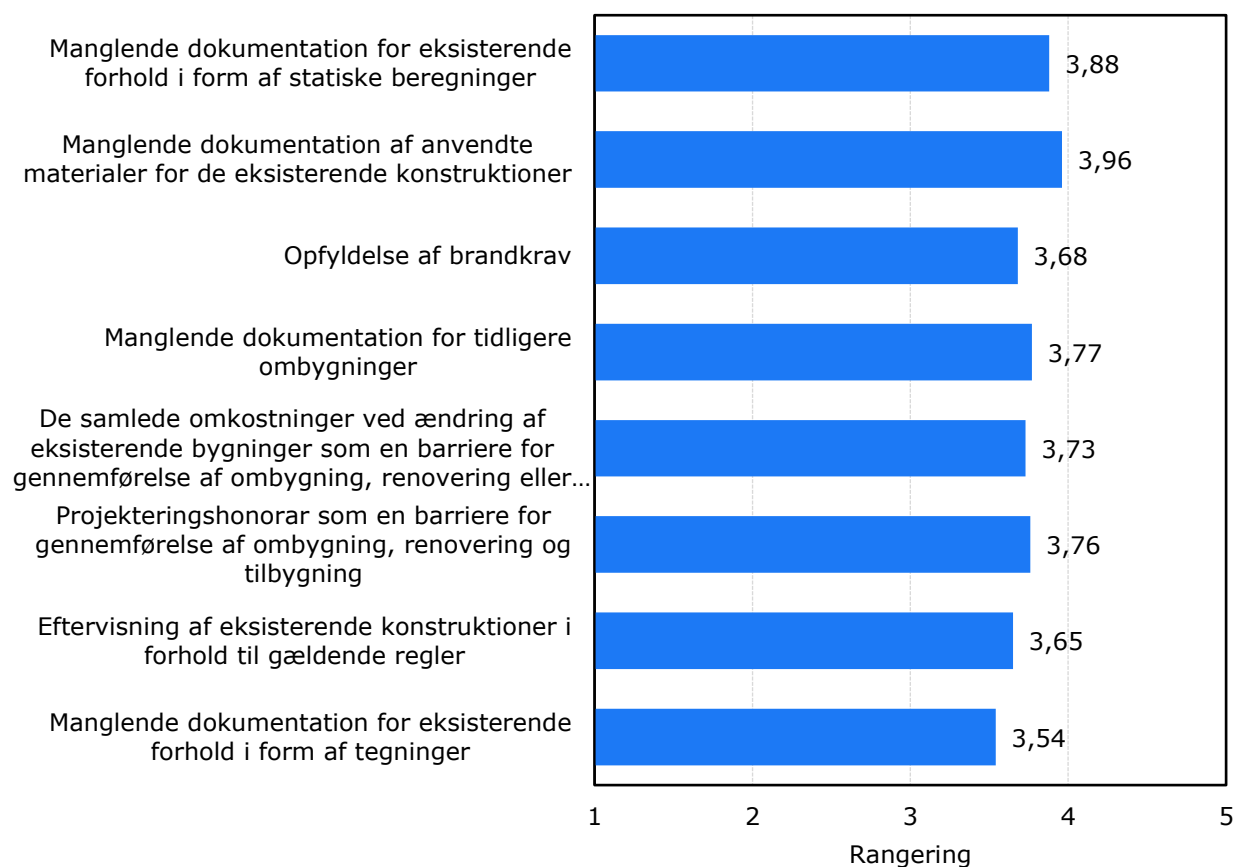
Note: N = 76-79 på aggregeret niveau. Skala fra 1 (aldrig) til 5 (altid)

Renoveringsprojekter er komplekse og præget af en række tilbagevendende udfordringer. Når man ser på tværs af alle bygningstyper på figur 20, tegner der sig et klart billede: manglende dokumentation, myndighedskrav (opfyldelse af brandkrav og eftervisning af eksisterende konstruktioner i forhold til gældende regler) og økonomiske barrierer er de mest dominerende faktorer.

På tværs af alle respondenter er det manglende dokumentation, der ligger øverst, især i form af statiske beregninger (3,84) og materialedata (3,81). Ifølge eksperter giver dette mening, da statiske beregninger er afgørende for at vurdere konstruktionernes bæreevne. Ifølge eksperter er det overraskende, at manglende tegninger scorer lavere (3,49), selvom fraværet af tegninger i praksis ofte skaber større problemer end manglende beregninger. Når tegninger mangler, bliver det vanskeligt at forstå bygningens opbygning, hvilket kan føre til forsinkelser og ekstra omkostninger. Der er dog en forskel på, hvorvidt det ofte forekommer og hvor stort et problem det er.

Brandkrav (3,68) og eftervisning til gældende regler (3,58) er også hyppige udfordringer. Disse krav er ikke nye, men de bliver særligt komplekse, når dokumentationen er mangelfuld. Økonomiske barrierer som samlede omkostninger (3,66) og projekteringshonorarer (3,66) ligger højt, hvilket viser, at økonomi ofte begrænser ambitionsniveauet og kan føre til konservative løsninger frem for optimering.

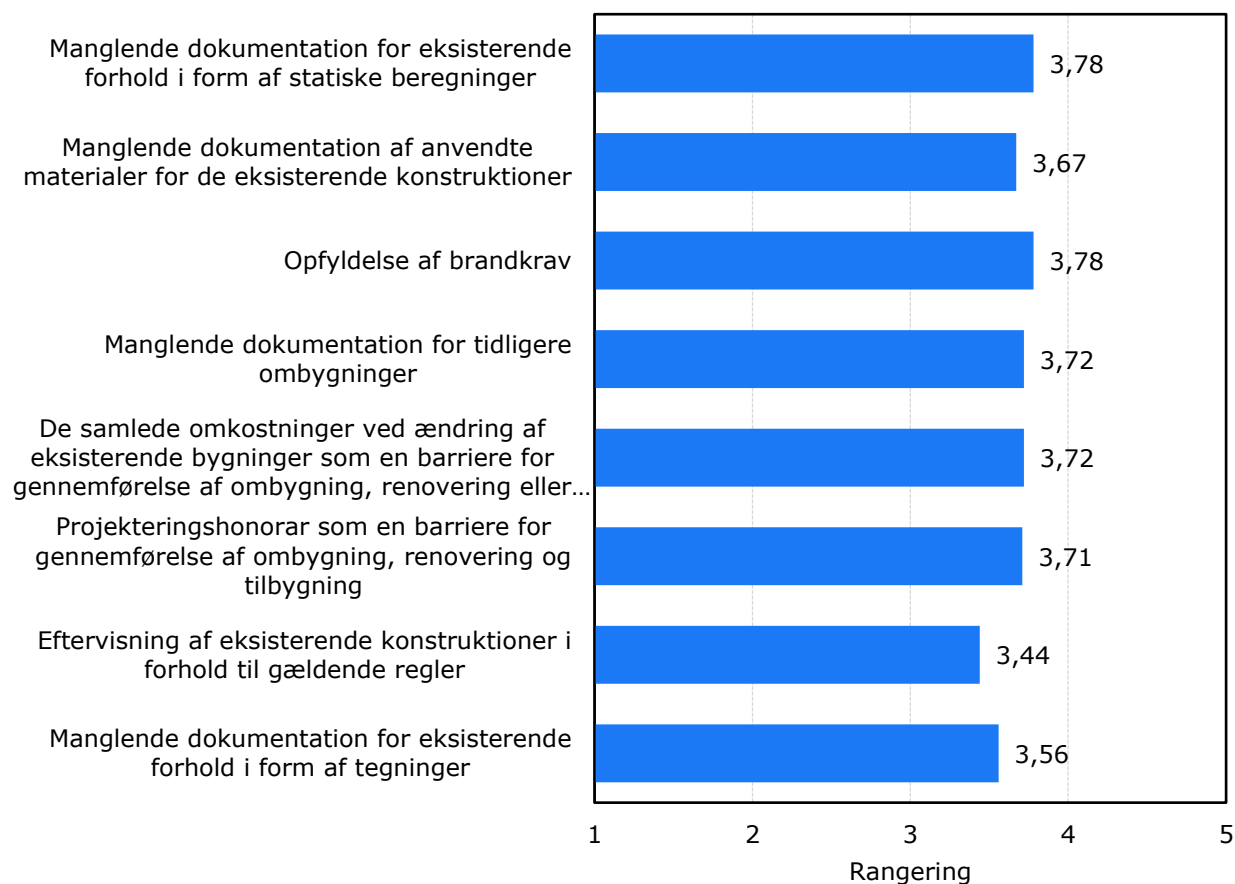
Figur 21. Ofte forekommende udfordringer blandt respondenter inden for eksisterende byggeri – etageboligbyggeri



Note: N = 25-26 for etageboligbyggeri. Skala fra 1 (aldrig) til 5 (altid)

I etageboliger er udfordringsniveauet generelt højt, som det fremgår af figur 21. Manglende materialedokumentation (3,96) og manglende dokumentation for statiske beregninger (3,88) topper listen, tæt fulgt af dokumentation for tidligere ombygninger (3,77). Økonomiske forhold fylder meget (3,73), hvilket er forventeligt, da større projekter med mange enheder medfører høje omkostninger og risiko for efteromkostninger. Brandkrav (3,68) også en større barrierer, især når planløsninger ændres. Det samlede billede viser, at etageboligbyggeri kombinerer tekniske, økonomiske og myndighedsmæssige udfordringer.

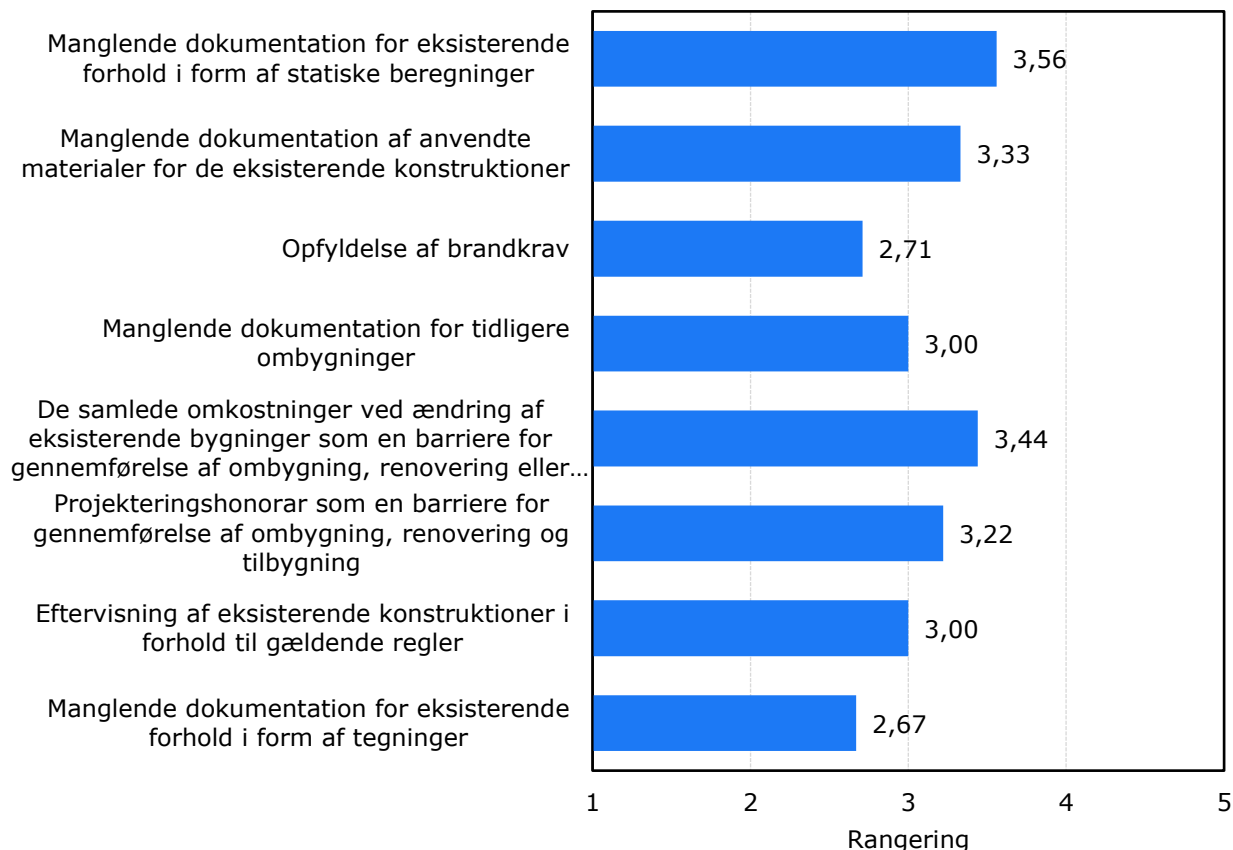
Figur 22. Ofte forekommende udfordringer blandt respondenter inden for eksisterende byggeri – kontor



Note: N = 17-18 for kontor. Skala fra 1 (aldrig) til 5 (altid)

Kontorprojekter har også et bredt udfordringsbillede, hvilket fremgår af figur 22. Brandkrav (3,78), manglende dokumentation for eksisterende forhold i form af statiske beregninger (3,78) og dokumentation for tidligere ombygninger (3,72) ligger højt. Økonomiske barrierer som omkostninger og projekteringshonorarer er også fremtrædende. Komfortkrav som svingninger (3,12) vurderes lidt højere end i boliger, hvilket hænger sammen med store spænd og åbne rum, der stiller krav til vibrationskontrol (se bilag 1).

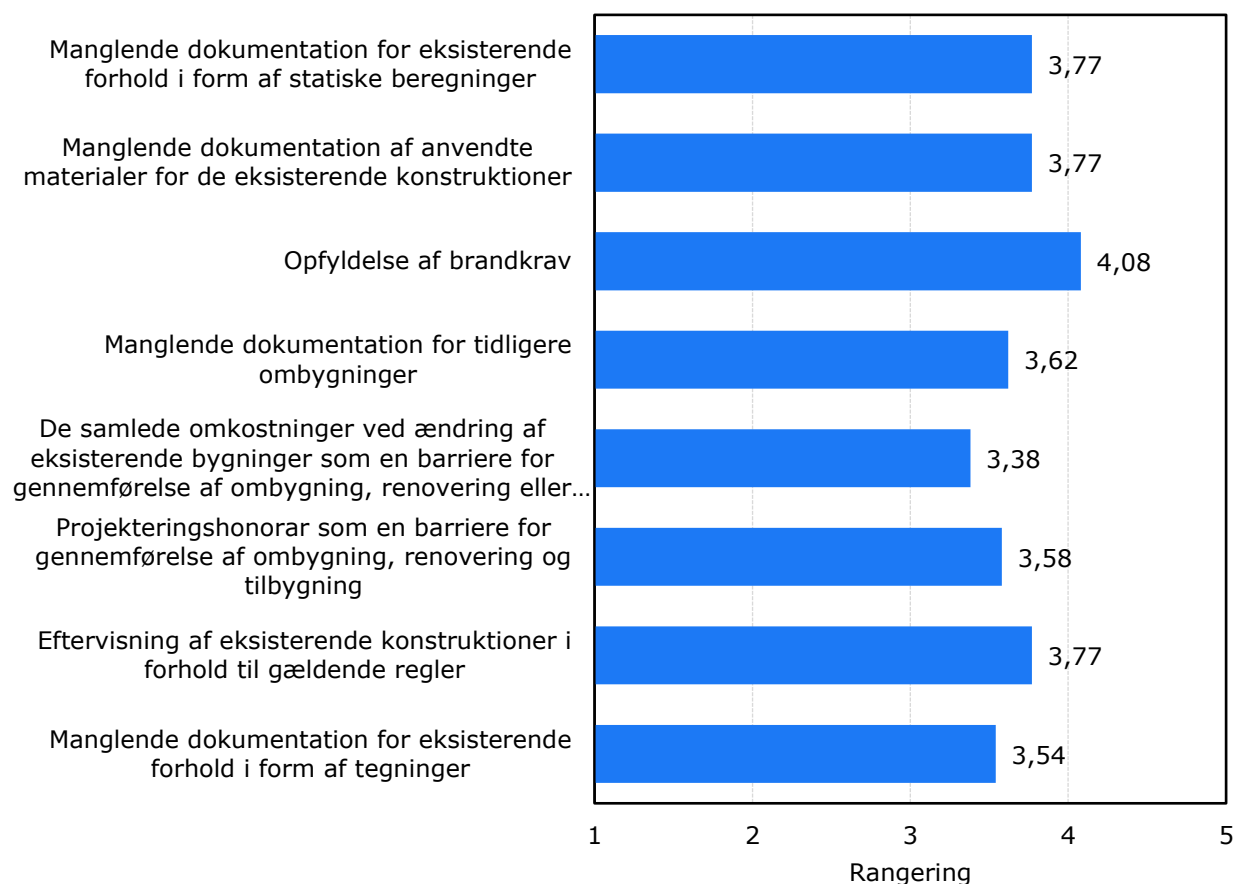
Figur 23. Ofte forekommende udfordringer blandt respondenter inden for eksisterende byggeri – enfamiliehuse sammenlagt med række-, kæde- og dobbelthuse



Note: N = 7-9 for enfamiliehuse samt række-, kæde- og dobbelthuse. Skala fra 1 (aldrig) til 5 (altid)

Som det ses af figur 23 ses der generelt en lavere score på tværs af spørgsmålene for enfamilie-, række-, kæde- og dobbelthuse. Ifølge eksperterne kan det hænge sammen med, at denne bygningstype ofte ikke er lige så kompleks som større bygningstyper. Der ses blandt andet lavere score for manglende dokumentation for eksisterende forhold i form af statiske beregninger (3,56), hvilket hænger sammen med, at projekterne er mindre komplekse. Dokumentationsmangler er stadig en udfordring, men brandkrav og robusthed fylder mindre end i andre bygningstyper. Økonomi spiller en væsentlig rolle, og omkostninger vurderes som en barriere, men på et moderat niveau. Det afspejler, at småhusprojekter ofte er drevet af private bygherrer med begrænsede budgetter.

Figur 24. Ofte forekommende udfordringer blandt respondenter inden for eksisterende byggeri – undervisning og institutioner



Note: N = 12-13 for undervisning og institutioner. Skala fra 1 (aldrig) til 5 (altid)

For undervisning og institutioner skiller brandkrav sig markant ud (4,08), højere end i alle andre bygningstyper, som det fremgår af figur 24. Det er bemærkelsesværdigt, da reglerne ikke er væsentligt anderledes end for andre bygningstyper, men forklaringen kan være, at undervisningsbyggeri ofte har komplekse planløsninger og høje personsikkerhedskrav. Ændringer i konstruktioner pga. isolering, fugt og tekniske installationer (3,62) ligger også højt (se bilag 1), hvilket afspejler skrappe ventilationskrav i undervisningslokaler, fx fysiklokaler, hvor store ventilationskanaler optager plads og kræver tilpasning af konstruktionerne.

Afslutningsvist har alle respondenter inden for eksisterende byggeri haft muligheden for at kommentere på spørgsmålet: *Er der andre udfordringer, du oplever i forbindelse med dimensionering eller ændring af bærende konstruktioner, som ikke er dækket af de foregående spørgsmål?* Ni ud af 47 respondenter har benyttet denne mulighed. De åbne besvarelser er blevet kodet, og der er lavet sammentælling af udsagnene. Derudover er der set, hvorvidt der har været mønstre i, hvilken type respondent der har lavet åbne besvarelser. Der er ikke bemærkelsesværdige mønstre i de åbne besvarelser. Blandt andre udfordringer

nævnes f.eks. dokumentationskrav og regler, eksisterende bygningers alder og type, øgede sikkerhedskrav, samt økonomiske udfordringer. Alle åbne besvarelser kan ses i bilag 3.

4.4. Opsamling

Kapitel 4 viser, at ændret anvendelse og ændringer i etageareal er de hyppigst forekommende bygherrebehov på tværs af bygningstyper. Den mest gennemgående udfordring er manglende dokumentation for eksisterende konstruktioner og tidligere ombygninger, hvilket komplicerer eftervisning af statik og brand.

Etageboligbyggeri

I etageboligbyggeri forekommer ændret anvendelse og ændringer i etageareal hyppigt. Mindre indgreb som dørhuller og huller i dæk forekommer relativt ofte. Blandt udfordringerne vurderes manglende dokumentation højt, ligesom brandkrav og statiske beregninger spiller en væsentlig rolle.

Kontorbyggeri

For kontorbyggeri er ændret anvendelse og ændringer i etageareal de mest fremtrædende bygherrebehov. Blandt udfordringerne vurderes brandkrav, statiske beregninger og dokumentation for tidligere ombygninger højest. Komfortkrav som svingninger vurderes højere end i boligbyggeri, hvilket hænger sammen med store spænd og åbne rum.

Undervisningsbyggeri og institutioner

I undervisningsbyggeri og institutioner er ændret anvendelse og ændringer i planløsning hyppige bygherrebehov. Brandkrav vurderes højest blandt alle bygningstyper. Ændringer som følge af installationer, isolering og fugt vurderes også højt og afspejler komplekse tekniske krav og høje personsikkerhedshen syn.

Enfamiliehuse samt række-, kæde- og dobbelthuse

For enfamiliehuse samt række-, kæde- og dobbelthuse er bygherrebehovene primært relateret til tilbygninger og mindre ændringer i etageareal. Større indgreb i bærende konstruktioner forekommer sjældnere. Blandt udfordringerne spiller manglende dokumentation og statiske vurderinger fortsat en rolle, men i mindre omfang end for større bygningstyper.

5. Konklusion

Formålet med denne undersøgelse har været at skabe et solidt og praksisnært grundlag for Social- og Boligstyrelsens videre arbejde med et helhedsorienteret bygningsreglement og fastlæggelsen af et fremtidigt sikkerhedsniveau for bærende konstruktioner. Undersøgelsen viser, at dimensioneringen i både nybyggeri og eksisterende byggeri i høj grad styres af et samspil mellem tekniske regler, praktiske rammevilkår og bygningstypens funktion snarere end af enkeltstående krav.

I nybyggeri er det tydeligt, at konstruktionsreglerne er særligt betydningsfulde i projekteringen og sikrer et højt og ensartet sikkerhedsniveau. Samtidig dokumenterer undersøgelsen, at andre krav, særligt akustik, installationer og arkitektur, i praksis ofte bliver dimensionerende og kan føre til konstruktioner, der er større dimensioner end statisk nødvendigt. Økonomiske og organisatoriske vilkår forstærker denne tendens ved at favorisere velkendte og konservative løsninger frem for optimering. Det indikerer, at der findes et uudnyttet potentiale for at reducere materialeforbrug og klimabelastning uden at sænke sikkerhedsniveauet, hvis rammerne for projektering understøtter dette bedre.

For eksisterende byggeri peger undersøgelsen på en grundlæggende udfordring i forholdet mellem gældende krav og bygningernes faktiske forhold. Manglende dokumentation og krav om eftervisning i forhold til nutidige normer gør renoveringsprojekter komplekse og omkostningstunge og kan i praksis begrænse ambitionerne for ombygning og genanvendelse af den eksisterende bygningsmasse. Resultaterne understøtter derfor ambitionen i HOB om at arbejde med mere proportionale og differentierede krav ved renovering, der tager højde for bygningens alder, anvendelse og faktiske risikoprofil.

Undersøgelsen bidrager dermed med vigtig viden om, hvad der påvirker dimensionen af bærende konstruktioner i praksis, og hvordan det adskiller sig mellem nybyggeri og eksisterende byggeri. Denne indsigt er central for arbejdet med HOB og de nationale annekser til Eurocodes. Samlet set peger resultaterne på, at et fremtidigt bygningsreglement der indrettes med større klarhed, fleksibilitet og proportionalitet i kravene kan være med til at reducere dimensioner og udfordringer ved materialevalg uden at det påvirker sikkerhedsniveauet. Dette er især relevant i grænsefladen mellem nybyggeri og renovering, hvor nogle udfordringer kan føre til begrænsede renoveringsambitioner. En mere differentieret og risikobaseret tilgang kan derfor bidrage til både at understøtte den grønne omstilling og fastholde niveauet for personsikkerhed.