

Dato
2017-12-01

STATISK VURDERING BÆRESYSTEMER BYGG G - UIA



Statisk vurdering bæresystem

Universitetet i Agder Kr.sand – Bygg G

Oppdragsnr.: 1350022741

Oppdragsgiver: Statsbygg
Oppdragsgivers repr.: Per Aksel Larsen

Oppdragsleder Rambøll: Alexander Kristensen
Medarbeidere: Robin Simonstad

Rev.	A
Dato	2017-12-01
Utarb.	ROSI
Kontroll	ALK
Godkjent	ALK

Antall sider:	
Rapport	17 sider
Vedlegg	2 stk

Arkiv ref:

Rambøll Norge AS
Kystveien 2
4841 Arendal
www.ramboll.no



Innhold

1.	Sammendrag	4
2.	Innledning	5
3.	Grunnlagsdata for bygget	6
3.1	Beskrivelse av bygg G	6
3.2	Tilgjengelig dokumentasjon.....	6
4.	Kapasitetskontroll eksisterende konstruksjon	7
4.1.1.	<i>Fremgangsmåte</i>	7
4.1.2.	<i>Laster</i>	7
4.1.3.	<i>Lastkombinasjoner.....</i>	8
4.2	Teoretisk kapasitet eksisterende søyler	8
4.3	Teoretisk kapasitet søyler med ny etasje	12
4.4	Utnyttelse eksisterende fundament	14
4.5	Utnyttelse fasadebæring	15
4.6	Konklusjon	15
5.	Vurdering av kapasitet og behov for tiltak.....	16
5.1	Teglfasade	16

1. Sammendrag

Eksisterende betongsøyler i bygg G vurderes å ha tilstrekkelig kapasitet ved montering av en ny etasje. Det konkluderes også med at fasadesøyler (stålsøyler i d.o.2) vil ha tilstrekkelig kapasitet med en ny etasje.

I tillegg til betong- og stålsøyler er betongpeler og betongfundament vurdert opp mot nye akkumulerte søylelaster, også disse er vurdert til å ha tilstrekkelig kapasitet.

Når det gjelder ønsket om å se på muligheten for at ny etasje bygges med teglfasade viser det seg at eksisterende prefabrikkerte betongdragere d.o.1 ikke vil tåle den ekstra punktlasten fra ny etasje og teglfasden. For at ny etasje skal bygges med teglfasade vil det være behov å forsterke betongdragere med karbonfiber, noe som blir sett på som en anerkjent metode for å forsterke betongbjelker.

Videre er eksisterende konsoller og dekker vurdert som tilstrekkelige til å oppta lastene fra en ny etasje med teglfasade.

Det er videre ikke gjort vurderinger av øvrig bæresystem i bygg G annet enn betong og stålsøyler og forutsettes at ny etasje plasseres med søyler rett over eksisterende.

2. Innledning

Rambøll har blitt engasjert av Statsbygg og Universitetet i Agder avd. Kristiansand for å se på muligheten for å bygge en tilleggetasje i bygg F, G og J.

Denne rapporten tar for seg en statisk vurdering av bæresystemene for bygg G for å se på hvor mye konstruksjonene er utnyttet og hvor mye vekt man evt. kan påføre den nye etasjen.

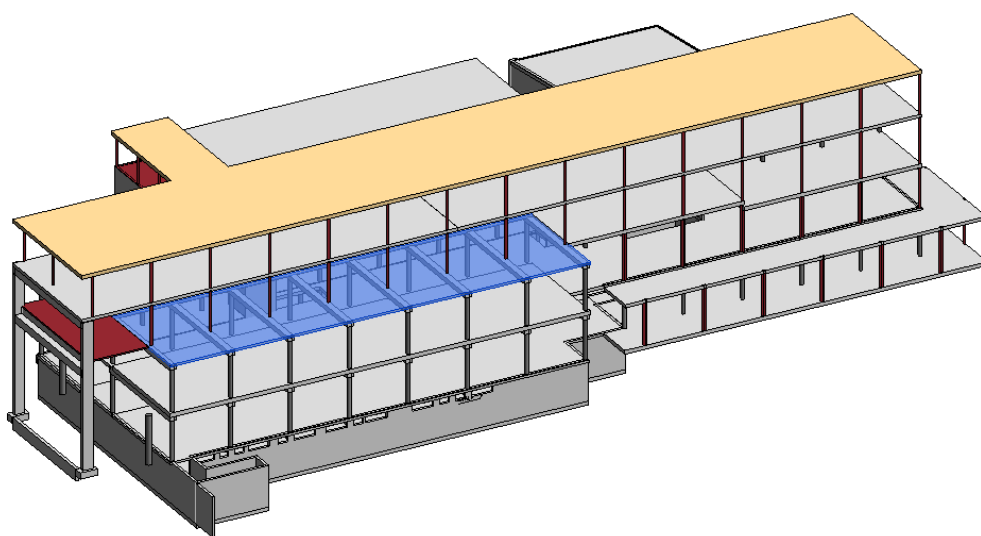
3. Grunnlagsdata for bygget

3.1 Beskrivelse av bygg G

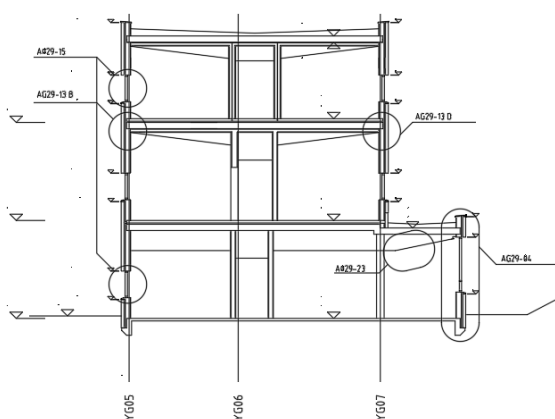
Bygg G ved Universitetet i Agder ble bygget i 1999 og ligger på Gimlemoen i Kristiansand kommune.

Bygget er totalt ca 71 meter langt og 27 meter bredt og består av flere fløyer. Den delen av bygg G som er tiltenkt en ny etasje er hovedfløyen som er ca 71 meter lang og 10,5 meter bred, se snitt under. Total høyde på fløyen er i dag på om lag 12 meter ekskludert nedgravd kjelleretasje.

Bæresystemet består av plastøppte betongsøyler med stålsøyler langs yttervegger i de øvre etasjene og kombinerte plastøppte flat- og enveisdekker med mursteins fasade hvor lastene føres ned i punktfundamenter i kjeller.



Figur 3-1: 3D-illustrasjon bæresystem



Figur 3-2: Snitt XG02.

3.2 Tilgjengelig dokumentasjon

Tilgjengelige arbeidstegninger fra Arkitekt og prosjekterende RIB er hentet fra Statsbygg sine arkiver.

4. Kapasitetskontroll eksisterende konstruksjon

Formålet med rapporten er å vurdere om søyler og fundament har tilstrekkelig kapasitet til å opprettholde en ekstra etasje over dagens takplan. Ny etasje er tiltenkt med lettvegger, lettak og bæresystem i stål med søyleplassering over eksisterende søyler og skal bygges i hovedfløyen imellom akse YG05 og YG07.

4.1.1. Fremgangsmåte

Snøbelastning på nytt tak iht NS-EN 1990:2002/NA2008 beregnes vha. programmet Ove Sletten Lastberegning ver. 6.2.3

Snøbelastning fra byggeår er hentet fra NS-3479.

Lastbetraktninger fra byggeår er hentet tilsendte form- og armeringstegninger fra byggetidspunkt, samt fra NS-1991-1-1:2002.

4.1.2. Laster

Data for laster.

#	Last	Kar. flatelast	Referanse
1/G1	Påført egenlast eks. tak:	0.70 kN/m ²	Byggdetalj 471.031
2/G2	Påført egenlast 1999/ 2017	1,0 kN/m ²	Byggdetalj 471.031
3/S1	Snølast 2017:	3.20 kN/m ²	Ove Sletten Lastberegning ver. 6.1.9, vedlegg A
4/S2	Snølast 1999:	2,80 kN/m ²	NS 3479
5/N1	Generell nyttelast 1999	3,0 kN/m ²	NS-3491-1:1998/ Som bygget tegninger
5/N2	Nyttelast lab./ korridor 1999	4,0 kN/m ²	NS-3491-1:1998/ Som bygget tegninger
5/N3	Generell nyttelast 2017	3,0 kN/m ²	NS-1991-1-1:2002
5/ N4	Nyttelast lab./ korridor 2017	3,0 kN/m ²	NS-1991-1-1:2002

Tabell 4-1: Karakteristiske laster.

Ved å sammenligne dagens laststandard med laster fra byggetidspunkt ser vi at disse ikke er forandret annet enn at snølasten er økt fra 2,80 kN/m² til 3,20 kN/m².

Videre er det i samtale med UiA og Statsbygg konkludert med at dagens rominndeling hvor laboratorier har nyttelast 4,0 kN/m² ikke er reel i om. dette ikke blir brukt som «tradisjonelle laboratorier». Det blir dermed bestemt at hele etasjene skal ha fremtidig nyttelast 3,0 kN/m² for å få et mest mulig riktig lastbilde.

4.1.3. Lastkombinasjoner

Iht. NS-EN 1990:2002/NA:2008 Tabell NA.A1.2(B), ligning 6.10a og 6.10b.
Iht NS 3490:1999 Tabell E.3.1

#	Permanente laster ¹	Variable laster	Referanse
6.10a	1,35	1,05	NS-EN 1990:2002
6.10b	1,2	1,5	NS-EN 1990:2002
(12)	1,35	1,05	NS 3490
(13)	1,2	1,5	NS 3490

Tabell 4-2: Lastkombinasjoner.

Som vi ser fra tabell er ikke lastkombinasjonene fra NS 3490 og byggetidspunkt endret seg noe ift. dagens gjeldende NS.

4.2 Teoretisk kapasitet eksisterende søyler

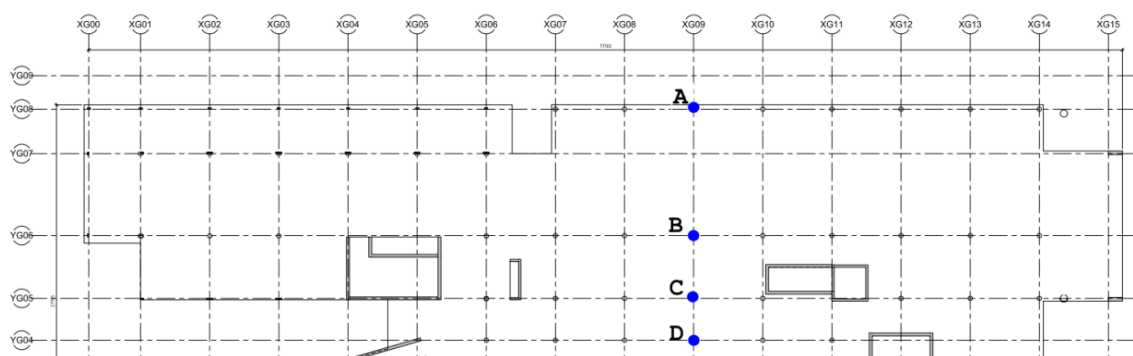
For å finne teoretisk utnyttelse for eksisterende søyler bruker vi programmet FEM-design til å finne en akkumulert bruddlast for søylene i hver etasje. Søylenes blir kontrollert iht. armeringsmengder og tverrsnitt i programmene G-prog og FOCUS konstruksjon for å finne teoretisk utnyttelse med dagens lastbilde.

Ved å se på eksisterende armeringstegninger er det i betraktningene vurdert at d.o. Kjeller, d.o. U.etg. og d.o.1 er kombinerte flatdekker og enveisdekker. Prefabrikerte bjelker spenner fra akse YG08-YJ06 og akse YG01-YG04, mens dekke fra akse YG06-YG04 er flatdekke opplagt på søyler.

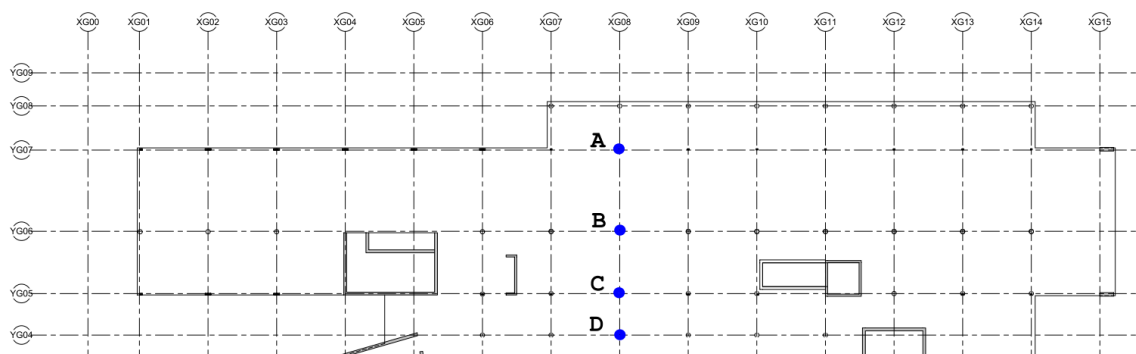
Lastbetraktningene i tabell 4.1 blir lagt til grunn for beregningene, se tabell 4.3-4.10 for akkumulerte søylelaste.

Vi velger å se på de mest belastede søylene i akse XG09 og kaller søylene hhv. A, B, C og D i hver etg.

Ut ifra tilgjengelige tegninger er det vurdert at eksisterende betongdekke har tykkelse 180mm der hvor det er prefabrikerte bjelker og 250mm i øvrige områder. Det er videre betraktet at dekkene har en påført egenvekt på 1,0 kN/m², samt at d.o.1 blir påført en pkt.last på 40 kN (bruddgrense) i søylepkt. A fra teglsteinsfasade.



Figur 4-1: Søyloversikt d.o. kjeller



Figur 4-2: Søyloversikt d.o U.etg – d.o.2

Vi velger som nevnt å se på de mest belastede søylene i akse XG08 og kaller søylene hhv. A, B, C og D i hver etg.

Utnyttelse søyler akse XG08 d.o. 2.etg (eksisterende tak):

Søyle	Søyledim	Bruddlast fra FEM	Utnyttelse
A	Stål – 150x100x6,3	147 kN	43 %
B	Betong - ø300	383 kN	29 %
C	Stål – 150x100x6,3	100 kN	29 %

Tabell 4-3: Kapasitetsutnyttelse søyler d.o.2. etg.

Knekk lengde betongsøyle = $0,6 \times L$
 Knekk lengde stålsøyle = $1,0 \times L$

Utnyttelse søyler akse XG08 d.o.1.etg:

Søyle	Søyledim	Bruddlast fra FEM	Utnyttelse
A	Betong - ø300	349 kN	26 %
B	Betong - ø300	805 kN	59 %
C	Betong - ø300	370 kN	28 %
D	Betong - ø300	621 kN	48 %

Tabell 4-4: Kapasitetsutnyttelse søyler d.o.1. etg.

Knekk lengde betongsøyle = 0,6xL

Utnyttelse søyler akse XG08 d.o. U.etg:

Søyle	Søyledim	Bruddlast fra FEM	Utnyttelse
A	Betong - ø300	584 kN	33 %
B	Betong - ø300	1149 kN	64 %
C	Betong - ø300	640 kN	36 %
D	Betong - ø300	959 kN	54 %

Tabell 4-5: Kapasitetsutnyttelse søyler d.o.1. etg.

Knekk lengde betongsøyle = 0,6xL

Utnyttelse søyler akse XG08 d.o. kjeller etg:

Søyle	Søyledim	Bruddlast fra FEM	Utnyttelse
A	Betongvegg	-	
B	Betong – ø350	1421 kN	75 %
C	Betong – ø350	758 kN	40 %
D	Betong – ø350	1228 kN	64 %

Tabell 4-6: Kapasitetsutnyttelse søyler d.o. U-etg.

Knekk lengde betongsøyle 0,6xL

Ser vi på resultatene i tabell ser vi at den dimensjonerende søylen i kjeller er utnyttet 75 %.

4.3 Teoretisk kapasitet søyler med ny etasje

For å undersøke om søyler har kapasitet til en ny etasje undersøker vi dette på samme måte som i kap. 4.2. Det blir vurdert at det blir bygget en ny etasje i lette materialer (stål/tre) med en takkonstruksjon som har egenvekt $0,63 \text{ kN/m}^2$ og snølast $3,2 \text{ kN/m}^2$, samt en generell nyttelast på $3,0 \text{ kN/m}^2$ og påført egenvekt på $1,0 \text{ kN/m}^2$ i etasjene. Videre blir søylene vurdert i G-prog og FOCUS konstruksjon med akkumulerte laster for å finne utnyttelsen av søylene.

Utnyttelse søyler akse XG08 d.o. 3.etg:

Søyle	Søyledim	Bruddlast fra FEM	Utnyttelse
A	Stål – 120x80x6*	65 kN	36 %
B	Stål – 120x80x6*	170 kN	93 %
C	Stål – 120x80x6*	44 kN	24 %
D	-	-	

Tabell 4-7: Kapasitetsutnyttelse søyler d.o.2. etg.

Knekk lengde stålsøyle = $1,0 \times L$

*Foreslått søyledimensjon

Utnyttelse søyler akse XG08 d.o. 2.etg:

Søyle	Søyledim	Bruddlast fra FEM	Utnyttelse
A	Stål – 150x100x6,3	219 kN	63 %
B	Betong - $\varnothing 300$	573 kN	45 %
C	Stål – 150x100x6,3	149 kN	43 %

Tabell 4-8: Kapasitetsutnyttelse søyler d.o.2. etg.

Knekk lengde betongsøyle = $0,6 \times L$

Knekk lengde stålsøyle = $1,0 \times L$

Utnyttelse søyler akse XG08 d.o.1.etg:

Søyle	Søyledim	Bruddlast fra FEM	Utnyttelse
A	Betong – ø300	392 kN	30 %
B	Betong – ø300	1024 kN	76 %
C	Betong – ø300	419 kN	32 %
D	Betong – ø300	621 kN	48 %

Tabell 4-9: Kapasitetsutnyttelse søyler d.o.1. etg.

Knekk lengde betongsøyle = 0,6xL

Utnyttelse søyler akse XG08 d.o. U.etg:

Søyle	Søyledim	Bruddlast fra FEM	Utnyttelse
A	Betong – ø300	627 kN	35 %
B	Betong – ø300	1368 kN	77 %
C	Betong – ø300	689 kN	38 %
D	Betong – ø300	959 kN	54 %

Tabell 4-10: Kapasitetsutnyttelse søyler d.o.1. etg.

Knekk lengde betongsøyle = 0,6xL

Knekk lengde stålsøyle = 1,0xL

Utnyttelse søyler akse XG08 d.o. kjeller etg:

Søyle	Søyledim	Bruddlast fra FEM	Utnyttelse
A	Betongvegg	-	-
B	Betong - ø350	1640 kN	86 %
C	Betong - ø350	807 kN	43 %
D	Betong - ø350	1228 kN	64 %

Tabell 4-11: Kapasitetsutnyttelse søyler d.o.1. etg.

Knekk lengde betongsøyle = $0,6 \times L$

4.4 Utnyttelse eksisterende fundament

Fra fundamentplan og armeringstegninger fra byggetidspunkt ser vi at fundamentene i bygg G består hhv. av ø600 og ø800 pilarer.

Ser vi på betongpilarene er dette plasstøpte kumpilarer som er forankret 1,5 meter i fjell med 4 ø25. I og med at fundamentene bare er utsatt for trykk er det sett bort i fra minimumsarmering iht. kap. 12.1 i NS-EN-1-1:2004+NA:2008, og pilarene er armert med 6ø20 for å unngå riss.

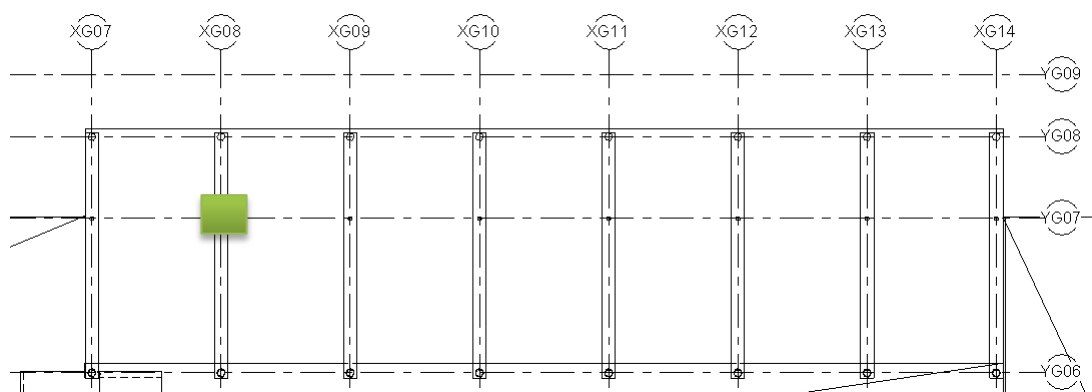
ø800 betongpilar UK søyle C i kjeller er utnyttet ca. 30 % (inkludert ny etasje), så fundamentkapasiteten er tilstrekkelig.

4.5 Utnyttelse fasadebæring

Etter forespørsel fra Statsbygg/ ARK ble det etterspurt å undersøke om en ny etasje kan bygges i med samme teglfasade som dagens fasade fremfor lettmaterialer. Fra arkitektskisser av ny fasade blir det antatt at ny etasje vil få en teglfasade på ca. $6,50 \text{ m}^2$ per lastfelt, noe som medfører totalt $18,3 \text{ m}^2$ teglfasade i de to øverste etasjene. Ved å betrakte en teglfasade med tykkelse 108 mm og tetthet 20 kN/m^3 medfører dette en ekstra punktlast på 39 kN (bruksgrense) i søyle A som vil lande på bjelken d.o.1 i akse YJ05, se figur 4.2.

Ved å undersøke tilleggslast fra ekstra etasje med teglfasade opp mot tilgjengelig tegningsunderlag og lastbetraktninger for bjelke, viser det seg at ved en eventuell ombygging vil bjelkene bli overutnyttet med om lag 6%.

Det blir dermed konkludert at det ikke er mulig å bygge en ny etasje med teglfasade utenom å gjøre videre tiltak. Armeringstegninger og diskusjon med leverandør av prefabrikkerte bjelker må i så fall gjennomføres.



Figur 4.2 – D.o.1 prefab. bjelker

4.6 Konklusjon

Fra resultater i tabell 4.7 - 4.11 ser vi at bygg G har tilstrekkelig kapasitet til å bygge en ny etasje i lett materialer. Det er videre konkludert med at prefabrikkerte betongbjelker d.o.1 ikke har kapasitet til en ny etasje med teglfasade uten at det gjøres konstruktive tiltak.

Som nevnt forutsettes det at ny etasje bygges i lettmaterialer (stål/ tre) og at søyler plasseres rett over eksisterende søyler.

5. Vurdering av kapasitet og behov for tiltak

5.1 Teglfasade

Når det gjelder ny etasje med teglfasade blir det konkludert at dette ikke lar seg gjøre i forhold til de vurderingene som er tatt mtp. tilgjengelig underlag. Prefabrikkert betongdrager vil som nevnt være overutnyttet med ca. 6 % og det foreslås å forsterke denne med karbonfiber for en tilleggslast på 100 kN. Karbonfiber «teip» blir limt i underkant av bjelkene noe som vil øke kapasiteten og bjelkene vil da ha tilstrekkelig bæreevne for en ny tegletasje.

Det vil i tillegg være behov for lokal forsterkning i form av teglbejelker eller stålvinkler over utsparinger som prosjekteres av utførende entreprenør/ RIB.

VEDLEGG

- A. Arbeidstegninger eksisterende konstruksjon
- B. Snølastberegning iht NS-EN 1990:2002/NA:2008