

Lett-Tak – skiveberegninger

Larvik, 1. februar 2018

Generelt

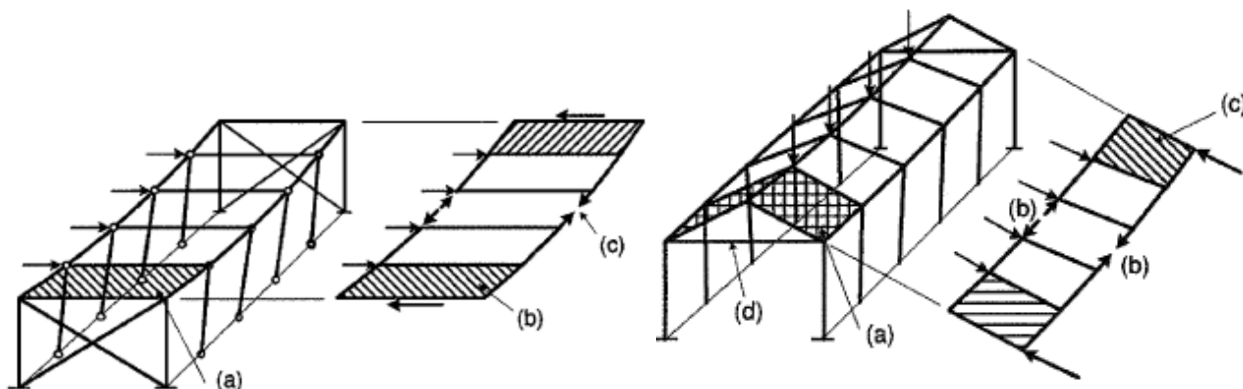
Når det brukes Lett-Tak elementer i en takkonstruksjon vil takelementene sammen med et fornuftig prosjektert avstivningssystem kunne fungere som en avstivende skive. En takskive er en del av hovedbæresystemet og er like viktig for byggets stabilitet som søyler og bjelker (se f.eks. Torsten Höglunds bok *Stabilisering genom skivverkan*, SBI Publikation 190).

I leveransen inngår beregning av nødvendige innfestninger

- der elementene har opplegg på bærekonstruksjonen,
- i de langsgående finerskjøter mellom elementene og
- mellom elementer og randdragere parallelt med elementenes spennretning.

Hvordan Lett-Takskiven fungerer

Takelementenes funksjon vil normalt være overføring av skjærkrefter i skiven, i Lett-Tak er det finerplaten som innehar denne funksjonen. Den underliggende bærekonstruksjonen fungerer som strekk- og trykkflenser i skiven, se figur:



Figur 1: Skivevirkning representativt for Lett-Tak (NS-EN 1993-1-3, figur 10.12 og 10.13)

Randbjelker inkludert opplagerbjelker må derfor være kontinuerlige og fra ansvarlig RIB være dimensjonert for å ta trykk- og strekkrefter fra skivens moment.

Lett-Tak er en relativt skjærmyk skive, og ved forenklete betraktninger dimensjoneres den derfor som fritt opplagt. Den lave vekten og relativt skjærmyke oppførselen vil kunne ha innflytelse på hvordan kreftene overføres til det øvrige avstivningssystemet. Kunden/RIB må derfor forsikre seg om at Lett-Tak sammen med avstivningssystemet har den ønskede funksjon både hva angår kraftoverføring og deformasjoner i skiveplanet.

Gjeldende forutsetninger for leveranser som inkluderer Lett-Tak skivefunksjon

Lett-Takskivens dimensjonerende skjærstrømskapasitet styres av kapasiteten til forbinderne i innfestingen til opplegg og randdragere og elementene imellom og varierer fra ca. 17 til 23 kN/m avhengig av elementtype (elementer med minst tykkelse har høyest kapasitet) og materiale i oppleggsbjelkene.

Dersom det skal overføres aksialkrefter fra skiven gjennom forbinderne vil disse "spise av" skjærstrømskapasiteten. Byggets avstivningssystem må være slik utformet at dimensjonerende skjærstrøm i takflaten, inkludert rand og opplager, ikke overskrider denne kapasiteten.

Representative materialegenskaper for Lett-Tak må legges til grunn for RIBs vurderinger og beregninger av bygget. Skiven har en ekvivalent skivestivhet som varierer mellom $GA_{\text{ekv}} = 350 \text{ N/mm}^2 \cdot t_{\text{finer}}$ for skiver med lavt utnyttede mekaniske forbindere til $GA_{\text{ekv}} = 200 \text{ N/mm}^2 \cdot t_{\text{finer}}$ for skiver med høyt utnyttede mekaniske forbindere (se ellers avsnittet som omhandler seismikk).

RIB må i god tid fremlegge de forutsetninger og tegninger som er nødvendige for at Lett-Tak Systemer AS skal kunne gjennomføre skiveberegningene. Dette inkluderer:

- Tegninger som viser skiven(e)s geometri både i plan og snitt.
- Tegninger som tydelig angir hvor skivekreftene skal føres ned til underliggende konstruksjon eller fundament.
- Belastninger på skiven fra vind og eventuelle påkjenninger i forbindelse med stabilisering av bærekonstruksjon. Det må oppgis vindkasthastighetstrykk.
- Alle laster som virker på taket, både direkte og indirekte via tilgrensende konstruksjonsdeler. Særskilte laster, som for eksempel seismiske laster (se eget avsnitt), skal oppgis.
- Laster angis uten lastfaktor.
- Navn, tlf., e-mail adresse til RIBs kontaktperson som har ansvar for byggets stabilitet.

Dersom nødvendige opplysninger for å kunne utføre statisk beregning av takskiven(e) mangler eller ikke tydelig fremgår av RIBs underlag eller dersom den forutsatte løsning er spesielt komplisert, forbeholder Lett-Tak Systemer AS seg rett til å viderefakturere merkostnader for konsulentarbeid i henhold til medgått tid.

Forhold som kan komplisere skiveberegningene

Grad av kompleksitet og behov for dokumentasjon øker betydelig for skiver som

- avviker fra rektangulær form,
- har innhakk og / eller åpninger,
- har diskontinuerlige randdragere eller skiveflenser,
- har elementer med skiftende spennretning i større eller mindre felt,
- skal overføre spesielle punktlaster eller
- har uryddige oppleggsforhold som for eksempel flere mindre opplegg i forskjellige retninger.

Hver av disse faktorene virker kompliserende både for beregninger og dokumentasjon.

Spesielle forutsetninger for jordskjelvberegninger

1. Lastdata fra kunde for bruk ved dimensjonering av Lett-Tak for seismiske laster må etableres basert på representative materialstivheter for Lett-Tak. Der man skal vurdere lastvirkninger fra seismikk ved hjelp av f.eks. en finite element modell kan en takskive av Lett-Takelementer antas å ha følgende materialegenskaper:

| | |
|--|--|
| Ekvivalent skjærstivhet for takskive ^{a)} : | $GA_{ekv} = 200 \text{ N/mm}^2 \cdot t_{finer}$ |
| Aksialstivhet i spennretning ^{b)} : | $EA_{0,ekv} = 100\,000 \text{ N/mm}$ |
| Aksialstivhet tvers på spennretning ^{c)} : | $EA_{90,ekv} = 40\,000 \text{ N/mm}$ |
| Bøyestivhet i spennretning ^{d)} : | EI_0 - avh. av elementtype: |
| | Stålprofil høyde EI_0 [Nmm ² /mm] |
| | 210 $5\,100 \cdot 10^6 - 7\,000 \cdot 10^6$ |
| | 310 $9\,500 \cdot 10^6 - 13\,000 \cdot 10^6$ |
| | 360 $12\,300 \cdot 10^6 - 17\,800 \cdot 10^6$ |
| | 440 $24\,000 \cdot 10^6 - 30\,000 \cdot 10^6$ |
| Bøyestivhet tvers på spennretning ^{d)} : | $EI_{90} = 0,7 \cdot 10^6 \text{ Nmm}^2/\text{mm}$ |

- a) Ekvivalent skivestivhet representerer finerplatens stivhet redusert for glidningene pga. de mekaniske forbindelsene i elementskjøtene og innfestinger i opplegg. t_{finer} er finertykkelsen i Lett-Takelementet (15 – 19 mm).
 - b) Ekvivalent aksialstivhet i spennretning representerer elementets aksialstivhet korrigert for eksentrisk innføring av krefter i opplegg.
 - c) Ekvivalent aksialstivhet tvers på spennretning representerer finerens aksialstivhet redusert for glidningene i forbindelsene mellom elementene.
 - d) Bøyestivhet representerer *finerens* stivhet tvers på spennretningen og *elementets* bøyestivhet i spennretning
2. For rektangulære bygg med avstivningssystem plassert i alle fire vegger kan dimensjoneringsgrunnlaget mottas som totalkrefter på taknivå i begge akseretninger. Lett-Tak står da for beregning av skjærstrømmer.

For bygg med høyere grad av kompleksitet må dimensjoneringsgrunnlaget presenteres som ferdig beregnede ekstremverdier for skjærstrømmer i hele takflaten, f.eks. i form av konturplott, alle lastkombinasjoner medtatt. Videre er det nødvendig med oversikt over skjæroverføring mellom tak og avstivningssystem. Maksimalverdi for skjærstrøm på 17 - 23 kN/m avhengig av elementtype gjelder også her.



Dr. Ing. Katrine van Raaij
Fagleder statikk og utvikling