



Baggrundsinformation

FORCE Technology er af Trafik-, Bygge- og Boligstyrelsen blevet anmodet om at udarbejde et kort notat, som redegør for følgende problemstillinger:

- Pkt. 1 Hvilke muligheder er der teknologisk for at få en vurdering af en altans (tilstand) stand, for så vidt angår altaner, der er mere end 30 år gamle, herunder altanens bæreevne.
- Pkt. 2 Oplyse udgiften for boligforening/ejer/lejer ved forskellige løsninger med hensyn til undersøgelse.

Pkt. 1 Hvilke muligheder er der teknologisk for at få en vurdering af en altans (tilstand) stand, for så vidt angår altaner, der er mere end 30 år gamle, herunder altanens bæreevne.

Klarlægning af opbygning

Det er det desværre sjældent, at der findes detaljerede konstruktionstegninger på ældre bygninger, som kan lette tilgangen til vurderingen af altanen.

Når en altans tilstand skal vurderes, med henblik på risiko for nedfald/kollaps, brist af brystninger eller andre konstruktionsdele, som sikrer bruger, er det af største vigtighed, at man forstår konstruktionens opbygning.

Dette omfatter også dele, som ikke er synlige fra overfladen og som kun kan vurderes enten ved hjælp **georadar** eller **covermeter**. Disse instrumenter anvendes til at klarlægge, hvor evt. konventionel armering eller udliggerjern er placeret, samt omfanget og geometrien. Dette er af betydning for de statiske forhold, som styrer hvordan altanen kan belastes og hvordan den er forankret.

Når man skal vurdere opbygningen, er det også yderst vigtigt at klarlægge, om altanen evt. er en del af betonpladen, som udgør etagedæk, om det er en selvstændig plade, eller om den er opbygget omkring udliggerjern, som er fæstnet i trækonstruktionen til etageadskillelse. Stort set altid er disse dele skjult af gulvbrædder, og dækket af indbo. I mange tilfælde er det muligt at finde de grove træk af opbygningen gennem gulvet ved hjælp af georadar. I nogle tilfælde er det nødvendigt at fjerne gulvbrædder for at kunne besigtige opbygningen. I enkelte specielle tilfælde kan man anvende røntgen, som en sidste dyr udvej.

Når armeringsopbygningen/forankringen er klarlagt, evt. suppleret med ophugninger for at bestemme armeringsdimension, vil man typisk undersøge selve betonlaget inklusive afretningslaget.

Fokus for betonundersøgelsen er at klarlægge betonkvalitet/styrke, som er styrende for altanens strukturelle egenskaber. Hernæst kommer indikationer på nedbrydning, som følge af vand/frost/tø og eventuelt alkaliskreaktioner. Ved betonundersøgelsen undersøges altid karbonatiseringsdybden, som viser, hvor dybt

luftens kuldioxid har reageret med den basiske cementpasta, og derved omdannet denne til karbonat (kalk). Ved denne reaktion sker der et skift i pH fra ca. pH 13 til pH 8. Dette betyder, at evt. armering, som ligger i denne zone, ikke længere vil være beskyttet mod korrosion.

Afhængigt af situationen foretages betonundersøgelsen på repræsentative **borekerner** fra den givne konstruktionsdel. I sjældne tilfælde kan man bestemme tykkelsen af betonlaget ved hjælp af **ultral lyd/impact-Echo** eller **MIRA-ultral ydstomografi**, som også vil afsløre delaminationer. Oftest er dette dog ikke muligt på grund af porøse afretningslag eller andre belægninger, som forhindrer lydbølgerne i at trænge igennem konstruktionen.

Betonstyrken kan i heldige tilfælde bestemmes med en **Smidth hammer**, som udnytter relationen mellem hårdheden af betonen vs tilbageslaget af en slagstift, som afsendes med en kendt tilspænding. Betonstyrken bestemmes dog bedst ved **trykprøvning** af betonkerner i laboratoriet.

Betonsammensætningen vurderes i laboratoriet på basis af makroskopisk beskrivelse af borekernen og **tyndslib**, som undersøges i mikroskop. I tyndslibet kan man bestemme sammensætningen af sten og sandtilslaget samt cement/flyveaske/vand-/cementforhold og evt. luftblanding. I tyndslibet ses også muligheden for evt. alkaliselreaktioner, fugtskader (udludning), sulfatangreb og andre nedbrydningsmekanismer, som kan være styrende for nedbrydningsforløbet. Derudover kan man vurdere årsag til revner og revneomfang samt karboniseringsdybder af betonen.

Klarlægning af skader

Når grundopbygningen af altanen er kendt, enten via tilgængelig dokumentation eller via ovenstående undersøgelser, kan man påbegynde selve skadesklarlægningen, som skal tilpasses den givne altantype. Forskellige altantyper har forskellige svagheder og opbygningskarakteristika, som i visse tilfælde udelukker nogle undersøgelsesmetoder. De forskellige metoder har også svagheder og styrker, som man skal være sig bevidst.

Visuel gennemgang

Ved alle altanundersøgelser er den visuelle gennemgang en nødvendighed. Fokus er her at afdække nye og gamle skadesindikationer (også dem der er dækket af diverse kosmetiske overhalinger). Dette er primært revner, afskalninger, fugtskjolder, sætninger, rustudfældninger, stalaktitter, opbulinger på afretningslag, afskallende maling, befæstninger etc. Disse informationer anvendes til at fokusere udtagning af borekerner og prøver til måling af kloridindhold i beton, samt evt. planlægning af korrosionsmålinger.

Korrosionsmålinger

Korrosionsmålinger bør foretages omkring kritiske detaljer, hvor der er det største moment i bundplade og/eller i brystninger, eller i områder hvor afsprængning af dæklag kan medføre nedfald på tredje person.

Korrosionsmålinger foretages typisk med enten en sølv/sølvklorid eller en kobber/kobbersulfat elektrode, som måler potentialeforskellen mellem armeringen og den pågældende elektrode. Metoden er mest kendt som **EKP** eller **elektrokemisk potentialemålinger**. Man kan groft set betragte rusten på armeringen med de processer, der sker i et batteri. Jo kraftigere lygten lyser, jo kraftigere er korrosionsaktiviteten. Korrosionsaktiviteten er ikke det samme som at alt armeringen er væk, eller at der er sket betydelig tværsnitsreduktion, det er udelukkende et øjebliksbillede af situationen, som er afhængigt af fugtindholdet og temperaturen.

Man kan supplere EKP målingerne med måling af modstanden, resistiviteten, som siger noget om, hvor fugtig/ledende konstruktionen er. Dette kan yderligere suppleres med **galvanostatiske** målinger, som giver en indikation på, hvor meget armeringen korroderer (hvor meget materiale bliver brugt i batteriet). Igen skal de galvanostatiske metoder tages med et gran salt, idet også disse er afhængige af temperatur og fugt, men også geometri af emnet under elektroden.

Kort sagt skal man bruge korrosionsmålinger til at fokusere destruktive undersøgelser til de rigtige steder, og/eller til at skabe en større oversigt over korrosionstilstanden i konstruktionen.

Som nævnt er processerne temperatur og fugtafhængige. Dette betyder, at man ikke skal måle, når temperaturen er under 10 °C. Hvis konstruktionen er helt fugtmættet, kan man kun anvende galvanostatiske målinger.

Korrosionsmålinger giver ikke nogen signifikant øget værdi til undersøgelsen, hvis konstruktionen er delamineret, hvis dæklaget er tykt (mere end 15 cm), eller hvis man i forvejen ved, at armeringen er rusten. Som udgangspunkt giver korrosionsmålinger mest værdi på konventionelt armerede konstruktioner (rundt armeringsjern, som er bundet sammen til et net).

På konstruktioner, som er opbygget omkring udliggerjern, vil man typisk måle korrosionsaktivitet på top- og bundflange, men situationen på kroppen vil være ukendt. Ligeledes vil måling af korrosionsaktivitet inde i murværket, hvor udliggerjernet er mest kritisk, heller ikke give meningsfuld information om restgodstykkelsen, som er kritisk for bæreevne. Der er for konstruktioner med udliggerjern derfor intet alternativ til frilægning af kritisk tværsnit, inde i muren!

Restbæreevne

Med hensyn til vurdering af restbæreevne eller bæreevne generelt, findes det intet udstyr, som kan give retvisende målinger på en altan, hvor man ikke i forvejen kender alle konstruktionsparametre i alle detaljer.

Impuls respons målinger vil vise, hvorledes en konstruktion svinger/deformeres ved en kendt anlagsenergi, men det giver ingen klar indikation på bæreevne. Hvis det er en simpel plade med kendt opbygning, vil det måske kunne give indikationer på brist, hvis man i forvejen har et velkendt referencegrundlag fra gode, middelmådige og dårlige plader. I 99,9 % af tilfældene er opbygningen yderligere kompliceret med brystninger, indspændinger, tykkelser og spredning i opbygning, som gør impuls respons måling umulig. Der er simpelthen for mange variable!

Det samme gør sig gældende ved andre belastnings- og vibrationsmålinger, som er afhængig af samme parametre som impuls respons målingerne.

Rene belastningsforsøg, hvor en gammel "ukendt" altan belastes med en given vægt, skal ligeledes udføres med lempe. Hvis en altan belastes til en given forventet maks. last med et 30 % lasttillæg, er der risiko for, at man påfører et kritisk tværsnit en skade, som ikke resulterer i umiddelbart brud, men som evt. ved en senere mindre dynamisk last medfører et spontant brud – jævnfør altankollaps i Nykøbing.

Sammenfatning af pkt. 1

Med udgangspunkt i ovenstående betragtninger omkring metoder til undersøgelse af altaner, som er både ældre og yngre end 30 år, inklusive nyere eftermonterede altaner, som alle kan have udfordringer med almen tilstand/sikkerhed og bæreevne, kan FORCE Technology udtale følgende:

- Ved enhver undersøgelse af en hvilken som helst altan, ny som gammel, skal den udførende have solidt kendskab til opbygning og de specifikke generiske problemer, som er relateret til den givne opbygning.
- Alle altaner er grundlæggende forskellige og derfor kan der ikke angives ÉN metode, som gælder for alle altantyper.
- Ved vurdering af den generelle tilstand af en given altan, skal alle parametre, som potentielt udgør en fare for bruger samt tredje part, adresseres. Dette indbefatter vurdering af bæreevne ud fra ikke-destruktive og destruktive indgreb, samt vurdering af generel sikkerhed af værn, som sikrer bruger.
- Grundet forskelligartetheden af eksisterende altaner, findes der ikke nogen enkeltstående teknologisk løsning på klarlægning af tilstand og bæreevne.
- Altaner, som er opbygget omkring udliggerjern, vil altid kræve frilægning af udliggerjern i kritiske tværsnit.
- Erfaringer fra nedtagning af altaner baseret på udliggerjern, samt diverse forundersøgelser viser, at spredningen i nedbrydningen af de enkelte jern, spredningen i opbygningen og materialesammensætningen, den håndværksmæssige udførelse, eksponering og vedligehold gør, at samtlige udliggerjern bør frilægges.
- På altaner, som er opbygget omkring konventionel armering, kan man med fordel inddrage NDT i forbindelse med klarlægning af tilstand og derved reducere behovet for destruktive indgreb.

- Der findes ikke noget udstyr/metode, som alene kan verificere bæreevnen af en ældre altan. Vurderingen af restbæreevne foretages på baggrund af empirisk vurdering af tilgængelige data og opsamlet informationer i forbindelse med undersøgelsen. I de tilfælde, hvor der ses deciderede fejlkonstruktioner (forkert placering af armering, for lidt armering eller for ringe materialer), bør der omgående foretages understøtning/forstærkning/nedtagning for at minimere risici.

Pkt. 2 Udgiften for boligforening/ejer/lejer ved forskellige løsninger med hensyn til undersøgelse

Med udgangspunkt i de i pkt.1 beskrevne forhold understreges det atter, at en retvisende vurdering af en altans tilstand kun kan udføres, hvis de i pkt. 1 nævnte parametre er taget i betragtning, og som sådan anbefales det, at der kræves en form for certificering af de udførende undersøgere.

Det er ligeledes vigtigt at forstå, at det **IKKE** kun er altaner med udliggerjern, der er problematiske. Der findes talrige ældre konventionelt armerede altaner, som er fejlkonstrueret og medtaget af tidens tand, suppleret med mangelfuld vedligehold.

Som nævnt, er stort set alle altaner forskellige, og der kan være forskellige logistiske forhold, som påvirker muligheden for undersøgelsen og dermed omkostningerne til den retvisende undersøgelse.

Dertil kommer forholdet mellem hvor mange relativt ens altaner der skal undersøges; f.eks. en boligblok med 50 altaner i forhold til en villa med to altaner. Alt andet lige, er det billigere at undersøge mange ens i forhold til få forskellige, når der også medtages udgifter til mobilisering og rapportering.

Jævnfør pkt. 1 kan man ikke anvende helt samme undersøgelsesstrategi for de bærende dele i konventionelt armerede altaner og i altaner baseret på udliggerjern. Dette påvirker udgifterne til selve undersøgelsen, men også til efterfølgende udbedringer af evt. ophugninger.

I de følgende 4 scenarier er der opstillet grove vejledende overslag over forventelige udgifter til klarlægning af altaners tilstand:

- **Scenarie 1. Altaner baserede på udliggerjern, flere altaner. 10 stk.**
 - Generel tilstandsvurdering, billigst! kr. 10.000,-
 - Samtlige udliggerjern skal frilægges, ca. 3 stk. pr. altan, ca. kr. 4.000,-
 - Udbedring af skader. Billigst, murværk, gulv, malerbehandling: ca. kr. 5.000,-
 - Samlet: kr. 100.000, ex. moms
 - Pris pr. altan kr. 10.000 ex. moms.

- **Scenarie 2. Altaner baserede på udliggerjern, en altan.**
Generel tilstand og frilægning af samtlige udliggerjern, ca. 3 stk. pr. altan
Udbedring af skader. Billigst, murværk, gulv, malerbehandling: ca. kr. 5.000,-
Samlet: kr. 20.000.-, ex. moms
- **Scenarie 3. Altaner baserede på konventionel armering, flere altaner. 10 stk.**
Generel tilstandsvurdering, billigst! kr. 10.000,-
Vejledende EKP, betonundersøgelse og enkelte ophugninger. Der undersøges kun 3 repræsentative altaner. Pr. altan, ca. kr. 12.000,- ex moms.
Hvis situationen er kritisk, øges antallet af altaner, som skal undersøges.
Udbedring af skader. Billigst, gulv, plade, malerbehandling: ca. kr. 4.000,-
Samlet: ca. kr. 50.000,- ex. moms
Pris pr. altan ca. kr. 5.000,- ex. moms.
- **Scenarie 4. Altaner baserede på konventionel armering, en altan.**
Generel tilstand og vejledende EKP, betonundersøgelse og enkelte ophugninger.
Pr. altan, ca. kr. 13.000,- ex. moms.
Udbedring af skader. Billigst, murværk, gulv, malerbehandling: ca. kr. 2.000,-
Samlet: 15.000.-, ex. moms