



'Master med mening' i samarbeid med Ingeniører Uten Grenser:

BYGGEMATERIALER I NEPAL



Tekst og foto:
Magne Gravås
Contiga Norge

I samarbeid med Ingeniører Uten Grenser (IUG) gis ingeniørstudenter anledning til å skrive en bistandsrettet masteroppgave, en såkalt Master med Mening (MmM). Studentene får mulighet til å bidra med praktisk fagkunnskap fra sitt studium i samfunnsrelaterte problemstillinger. Oppgaven består av en teoretisk del og et feltbesøk sammen med en ingeniør med erfaring i feltarbeid: en mentor.

Magne Gravås i Contiga Norge var nylig på feltoppdrag i Nepal som IUG-mentor for masterstudent Eline Sjølie Osmundsen. Sammen med representanter for Universitetet i Katmandu reiste de to rundt på byggeplasser i hovedstaden og kartla lokale byggematerialer, teknikker og betongbruk.

I 2015 tok et stort jordskjelv i Nepal livet av over 8000 mennesker og ødela hundretusenvís av boliger. Boligene som ble ødelagt var i hovedsak dårlig bygd og/eller dårlig vedlikeholdt, mens bygninger av god kvalitet klarte seg såpass bra at folk i hvert fall ikke mistet livet.

En følge av jordskjelvet var at folk og myndigheter fikk øynene opp for viktigheten av å bygge hus med en viss kvalitet, slik at konsekvensene ville bli mindre ved neste jordskjelv. Myndigheter, ingeniører, entreprenører og bygningsarbeidere var samstemte, og det ble innført nye regler.

Tidligere var det et stort problem at selv om prosjekteringen var i orden, var utførelsen ofte ikke av samme kvalitet, fordi entreprenører og bygningsarbeidere grep muligheten til å spare penger ved

å legge inn mindre armering eller støpe med billigere og dårligere betong.

Etter jordskjelvet i 2015 ble alle aktører i byggeprosessen mer opptatt av å ivareta sikkerheten til de ferdige bygningene.

Armert betong

Bygninger i byene har lenge hatt bæresystem i armert betong, med utfyllende vegger i teglmurverk. Dette er en fornuftig byggemetode. Vi så på muligheten av å bytte ut noe av sementen i betongen med leire for å gjøre den mer bærekraftig og for å redusere kostnadene. Men dette antas å være en dårlig ide, da utførelsen på byggeplassene i Katmandu krever minst mulig usikkerhet for å kunne sikre



'Build up Nepal' har utviklet teknologi for å produsere murblokker av jord, leire og sement, eller gruvestøv og sement. Med disse blokkene kan man bygge hus i 1-2 etasjer på en enkel og stabil måte. Blokkene er i utgangspunktet det samme som 'rammed earth', men produsert i en mekanisk presse i stedet for i en forskaling. Gjennomgående hull muliggjør vertikalarming



god nok kvalitet. Ved å innføre et ekstra element vil faren for svekkelse av materialet være så stor at den ikke rettfærdiggjøres av små besparelser i penger og miljø. Vi tror derfor at armerte betongkonstruksjoner fortsatt skal være armerte betongkonstruksjoner i Katmandu. Man bør heller se på effektivitet både når det gjelder arbeiderenes tidsbruk og materialbruk. Der kan der være noe å hente.

Betongen som brukes i Nepal har noe lavere fasthet enn vi er vant med i Norge. Vi bruker sjelden lavere enn B30 (C30/37), mens de i Nepal bruker betong med terningsfasthet 20 eller 25MPa. Det tilsvarer sylindrefasthet på ca B15-20. For å gjøre det litt forvirrende for oss nordmenn, kaller de den M20 og M25. Slik vi har forstått det bruker de ikke materialfaktorer på betongen, kun lastfaktorer på lastene. (Men materialfaktorer er muligens tatt med i utregningen av karakteristisk fasthet.) Lastene og lastfaktorene er noenlunde de samme som vi bruker i Norge, men total sikkerhetsfaktor er ganske mye lavere, idet de ikke har tilsvarende materialfaktorer.

Lokal byggeskikk

Bygningsrådene i Katmandu-dalen består hovedsakelig av ganske like bygninger, bygget på noenlunde samme måte: Rammekonstruksjoner med 4x4 søyler med avstand på 5-7 m, med bjelker mellom. På bjelkene er det støpte dekker forsterket med sekundærbjelker ved behov. Dekkene er ca 10 cm tykke. Det bygges i 4-5 etasjer, men planlegges gjerne for påbygg, de fleste bygg avsluttes med oppstikkende armering for å kunne skjøte på flere etasjer senere. Inne støpes trappene, mens skillevegger og fasader mures i tradisjonell rød teglstein. Fasadene får gjerne to-lags vegger, mens innerveggene er ett-lags. Dette anses å være en fornuftig byggemetode, spesielt i jordskjelvsutsatte strøk, og vi ser ikke behov for endringer i første omgang.

Bygningsarbeiderne jobber fra 7-19, syv dager i uken så lenge byggeprosjektet varer. I monsunenperioden er det lav byggeaktivitet, da reiser de hjem og prøver å finne andre jobber. De tjener ca. 1000 rupees – ca. 82 NOK – om dagen, noe som visstnok ikke er så verst.

Tradisjonelle metoder – og ny teknologi

En gammel tradisjonell måte å bygge på er 'rammed earth', der leire og jord presses sammen til gulv og vegger. Dette kan også gjøres sammen med sement for å binde det bedre sammen.

I Katmandu besøkte vi et firma og en byggeplass som brukte denne metoden for å bygge vegger i et armert betongbygg. Dette ga veldig fine vegger, men krevde en god del arbeidstimer for å oppnå det samme som ved bruk av murstein. Metoden kan være aktuell i noen områder, og til noen prosjekter. Veggene kan bygges bærende ved behov, men mange ønsker armert betong som konstruksjonsmateriale for bygg av litt størrelse.

Det mest spennende firmaet vi besøkte var 'Build up Nepal', som har laget teknologi for å produsere murblokker av jord, leire og sement, eller gruvestøv og sement. Med disse blokkene kan man bygge hus i én eller to etasjer på en enkel og stabil måte, og det er allerede bygget flere tusen bygninger. De antar at det i løpet av 2022 vil bli bygget 5000 hus ved hjelp av denne teknologien.

Da folk på landsbygda skulle gjenoppbygge husene sine etter jordskjelvet, ble det foreslått ulike typer bygningsmaterialer. Det billigste kunne være å bygge med bambus, stein eller jord/sandsekker. Sandsekker ville ingen bruke, fordi det fikk husene til å se ut som skyttergraver. Bambus og stein fikk husene til å se fattigslige ut. Man ville ha betong eller mur, slik folk i byene hadde. Det å utvikle et produkt som er tilgjengelig overalt og som ser bra ut, vil derfor være essensielt. Derfor kan blokkene til 'Build up Nepal' virke smarte. De aller fleste (80–90%) husene som er bygget etter jordskjelvet er små, under 50 kvm, mens de tidligere ofte var dobbelt så store. Om dette er fordi de skal bygges på senere, eller om det er en endring i demografien er usikkert, men det viser i alle fall at det er behov for materialer og kunnskap om å bygge små hus.



Blokkene er i utgangspunktet det samme som 'rammed earth', men produsert i en mekanisk presse i stedet for i en forskaling. Blokkene produseres med gjennomgående hull som også muliggjør bruk av vertikalarmering, noe som vil være vanskelig ved bruk av ordinær murstein. Blokkene produseres lokalt, i nærheten av der de skal brukes, noe som gjør at arbeiderne som produserer dem kan bo hjemme. Dermed kan man sysselsette mennesker som kanskje ikke har mulighet til å reise langt av gårde for å jobbe månedsvis borte.

Oppe i fjellene er det en del gruvedrift, med 'avfall' fra driften i form av gruvestøv. Dette støvet, bestående av partikler opp til 5–6 mm, ble tidligere dumpet i elven, men blir nå brukt i blokkene i stedet. I starten fikk de støvet gratis, men nå koster det penger. Kvaliteten er veldig jevn, slik at blokkene også får en jevn kvalitet. Blokker produsert med lokal sand og leire kan ha noe varierende kvalitet.

'Build up Nepal' selger teknologien, de mekaniske pressene, og trener og følger opp entreprenører slik at de kan bygge ved hjelp av disse blokkene.

Som alt annet nytt som skal erstatte noe trygt og tradisjonelt, må både myndigheter og befolkning overbevises om at dette er et produkt som fungerer bra. Foreløpig er det greit å få brukt dem til enkle boliger på én etasje med 3–4 rom, med en total kostnad på boligene på mellom 5 og 50.000 USD. Når det kommer til offentlige bygninger som skoler er det vanskeligere å få lov til å bruke det. Det er først og fremst folk i 'Build up Nepal' som klarer å få godkjent å bygge skoler, men de kunne ønske at det var enklere for flere å få lov til dette uten for mye byråkrati. På landsbygda er det et stort behov for bedre offentlige bygninger.

Nepal er et land med lite CO₂-utslipp i forhold til antall mennesker. Det er lite industri, og mye fattigdom. Det som står for ca 25% av utslippene til Nepal kommer fra teglsteinsindustrien. Murstein produseres oppe i fjellene, ved hjelp av brenning av kull transportert fra India. Utstyret er gammeldags, og teknologien dårlig. Arbeiderne på disse fabrikkene er mange barn, er dårlig betalt og har dårlig HMS. Å bruke lokalproduserte blokker i stedet vil ha en positiv effekt når det gjelder bærekraft.



Byområdene består hovedsakelig av ganske like bygninger, bygget på noenlunde samme måte. De fleste bygg avsluttes med oppstikkende armering for å kunne skjøte på flere etasjer senere. Inne støpes trappene, mens skillevegger og fasader mures i tradisjonell rød teglstein

Kaos på flere måter

Det er mye kaos og store forskjeller i Katmandu. Man kunne postet mange fine instagrabilder fra byen og menneskene, men man kunne samtidig laget en ganske trist og tragisk reportasje om all fattigdommen, søppelforurensningen og de store, urettferdige ulikhetene i samfunnet.

Bygninger oppleves også ganske kaotisk. Ikke fordi arkitekturen er kaotisk, men mye fordi mye er halvferdig. De fleste hus bygges med mulighet for å bygge flere etasjer. De bygges ikke ferdig, søylene står med armering stikkende opp, klar for neste etappe. Yttervegg mot nabotomtene er grove, upussede teglsteinsvegger, i påvente av fremtidige nabobygg. Kaoset toppes med at alt av strøm-, telefon- og andre ledninger hen-

ger i luften. Et vannvittig antall ledninger henger og slenger i skeive stolper, der halvparten er kappet og henger ned slik at de slenger borti ansiktet ditt når du går forbi. Det er derfor umulig å ta bilde av et hus uten at det henger en pakke lakrissnører foran.

Forskjellene er veldig store i Katmandu og ellers i Nepal. Vi har sett flotte bygninger og moderne kjøpesentre og restauranter. Men rett ved siden av bor det folk under blikkplater som vasker klærne sine i elva. Vi har møtt mennesker som kjøper svære hus til millioner av norske kroner, mens andre tjener noen usle kroner i timen for tungt og farlig arbeid. Og vi har ikke vært på landsbygda, der det nok er enda større forskjeller.

Det ble en interessant, spennende og lærerik tur, der man som vanlig sitter igjen med at man er glad for at man bor i Norge. Men menneskelig sett har man mye å lære uansett hvor i verden man reiser.

Vi håper Nepal fortsetter oppbyggingen av landet etter jordskjelvet, og at flere enn bare de rikeste skal få seg et brukbart og trygt sted å bo. Samtidig håper vi forskjellene kan reduseres noe, og at de i tillegg til oppbygging kan få til litt opprydding. Ved hjelp av smarte hoder og store hjerter burde det være mulig.

Og hvis det i tillegg viser seg at betongelementer kan bidra positivt, er vi selvsagt ekstra fornøyd!