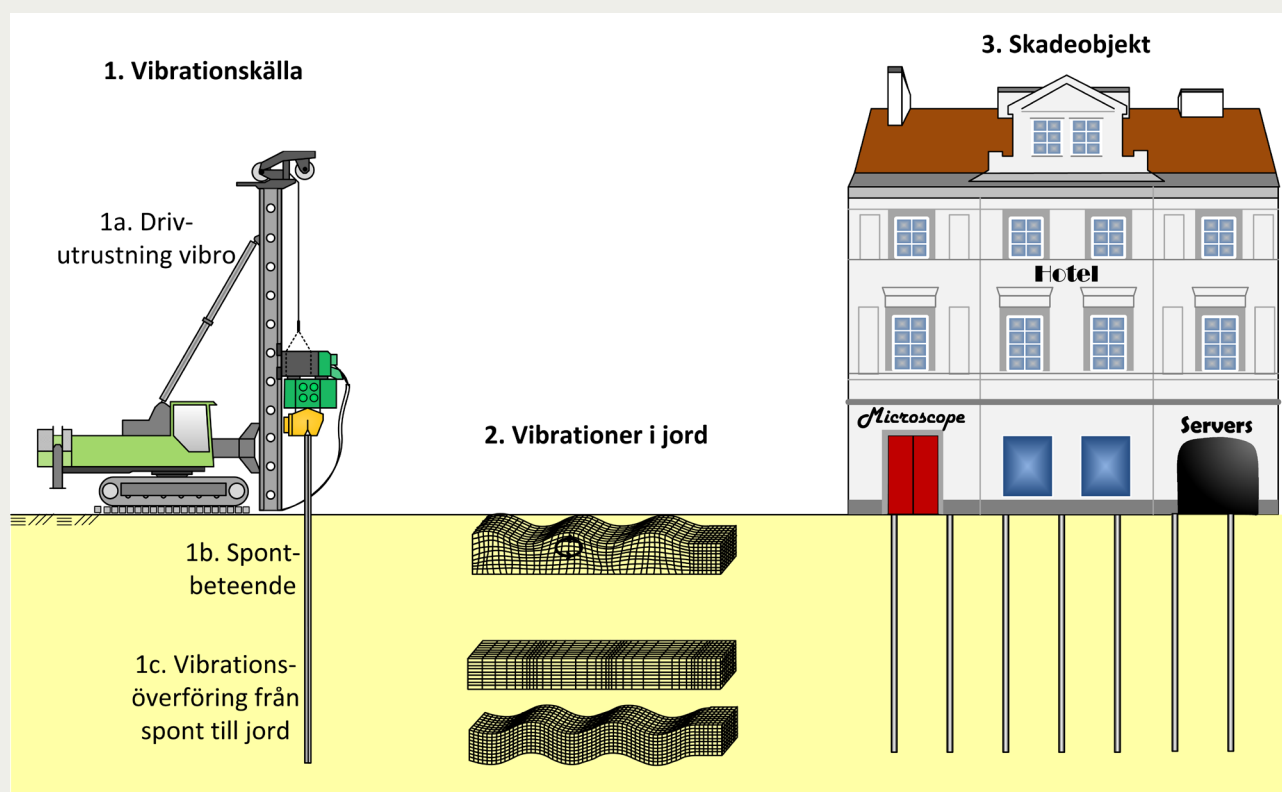


Vibrationsöverföring i samband med vibrodrivning av spont

Problem med vibrationer orsakade av byggverksamhet ökar i dagens samhälle. I samband med vibrodrivning av spont överförs vibrationer från drivutrustningen till sponten och vidare ut i jorden. Nu visar resultat från ett doktorsarbete att vibrationsöverföringen mellan sponten och jorden till största delen påverkas av den störda zonen i jorden närmast sponten. Forskningen kan fungera som en plattform för framtida utveckling av en modell för att kunna förutsäga storleken av uppkomna vibrationer inför spontdrivning.



Figur 1. Schematisk beskrivning av vibrationsöverföring från vibrationskällan till skadeobjektet i samband med vibrodrivning av spont.

Bakgrund

Stödkonstruktioner är en nödvändighet i många byggprojekt i tätbebyggda områden. Vibrodriven spont är en kostnadseffektiv stödkonstruktion, men också en källa till markvibrationer som kan skada byggnader eller orsaka störningar för människor. De flesta byggprojekt måste därför förhålla sig till uppställda krav gällande vibrationsnivåer. Om risken att överstiga vibrationsnivåerna anses

för hög är projekten hänvisade till andra, mer kostsamma och tidskrävande, stödkonstruktioner. Möjligheten att på ett tillförlitligt sätt förutsäga vibrationsnivåerna innan bygget startar är därför av största vikt vid arbete i tätbebyggda områden. Prognos av vibrationsnivåer i samband med vibrodrivning av spont kräver god kännedom om vibrationsöverföringsprocessen, från källan till det potentiella skadeobjektet.

Syfte

Det huvudsakliga syftet med genomfört doktorsarbetet var att öka kunskapen och förståelsen för överföringen av vibrationer i samband med vibrodrivning av spont. Doktorsarbetet syftade också till att fungera som en plattform för framtida utveckling av en tillförlitlig prognosmodell. Målet var att beskriva överföringsprocessen, från källa till jord, för att tydliggöra betydelsefulla faktorer och parametrar som bör inkluderas i en framtida prognosmodell.

Genomförande

Med stöd från SBUF, NCC Sverige AB och Hercules Grundläggning har arbetet utförts som ett industridoktorandarbete vid KTH Jord- och Bergmekanik och NCC Sverige AB. Inom ramarna för projektet har, förutom en teoretisk litteraturstudie, tre praktiska fältförsök utförts, ett nytt instrumenteringssystem utvecklats och en numerisk modell tagits fram.

Resultat

Vibrationsöverföringsprocessen i samband med vibrodrivning av spont kan delas in i tre huvuddelar; vibrationskällan, vibrationer i jord och skadeobjekt, se *figur 1*. I doktorsarbetet studerades de två första delarna.

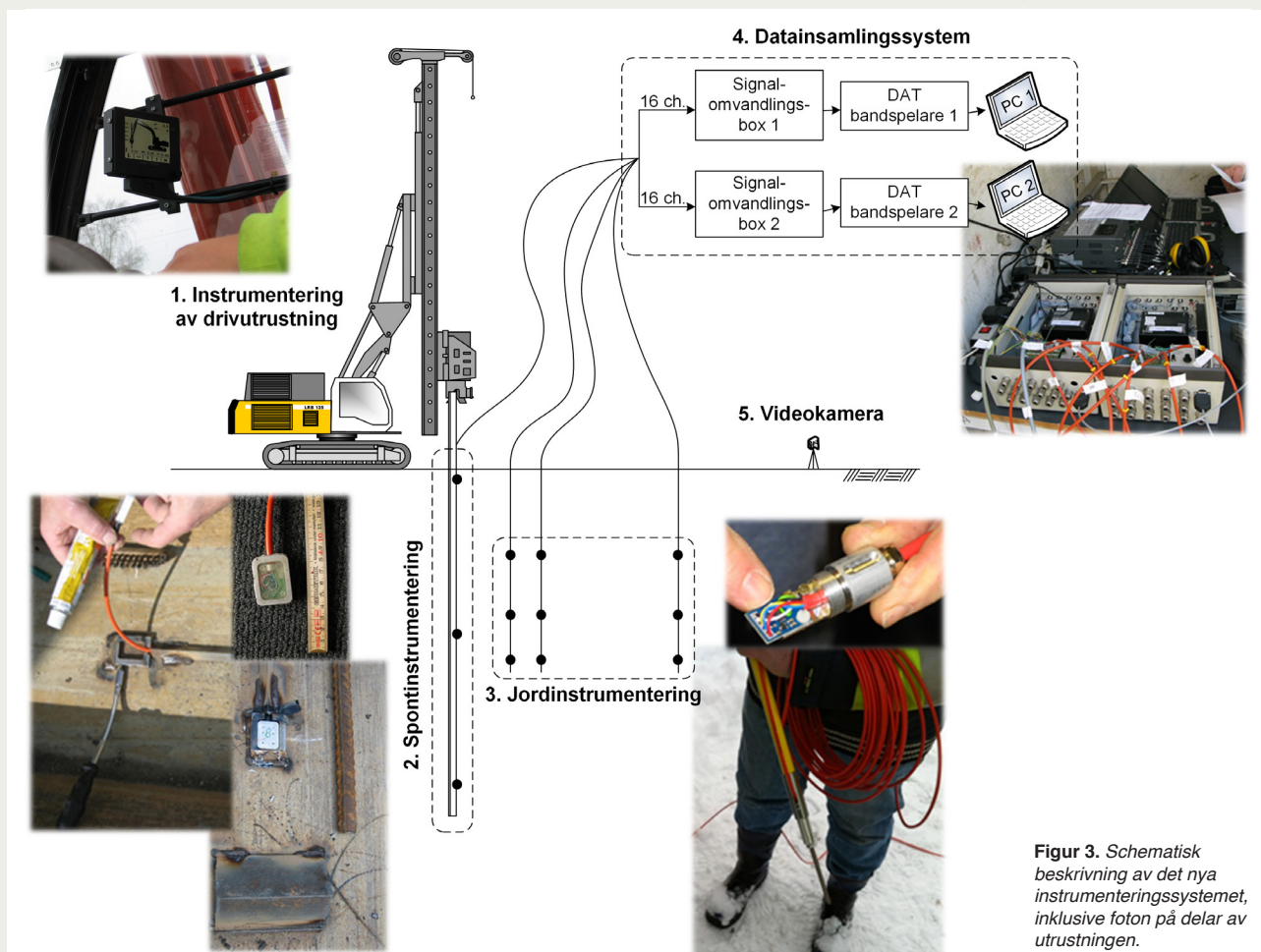
Vibrationerna som genereras vid källan beror av drivutrustningen, spontens beteende samt överföringen mellan spont och jord (se *1a*, *1b* och *1c* i *figur 1*). Vid vibrodrivning används en vibrator,

utrustad med en kraftig käft som håller i spontens liv (excentrisk fasthållning). Vibratorn sätter sponten i rörelse och möjliggör neddrivning i jorden. Spontens beteende styrs i huvudsak av dess geometri, den excentriska fasthållningen och drivfrekvensen. Spontprofilen är en slank konstruktion med liten tvärsnittsarea i förhållande till sin längd, vilket gör att den har lätt för att böja ut under neddrivning. När sponten tränger ner i jorden överförs vibrationer både från manteln och från tån. Glidning längs manteln i kombination med stora töjningar ger en låg skjuvmodul och hög dämpning i en zon närmast sponten. Studier inom detta projekt har visat att överföringen av vibrationer från spont till jord till stora delar kontrolleras av egenskaperna i denna störda zon.

I industridoktorandprojektet har tre praktiska fältförsök utförts och ett nytt instrumenteringssystem utvecklats, se *figur 2* respektive *figur 3*. Det nya instrumenteringssystemet har med stor framgång använts i två av fältförsöken, och möjliggör mätning av både



Figur 2. Foto från ett av fältförsöken vid byggande av spårvägen invid gamla Råsunda i Solna, visandes installation av första spontplankan med sensorer både på spont och i jordvolymen.



Figur 3. Schematisk beskrivning av det nya instrumenteringssystemet, inklusive foton på delar av utrustningen.

spontvibrationer och vibrationer på djup i jorden, under hela neddrivningen, se *figur 3*. Fältförsöken syftade till att studera vibrationsöverföringen mellan spont och jord, vibrationsöverföringen inom en spontvägg och vågmönstret i jorden under drivning.

För att studera spontens beteende under neddrivning utvecklades en numerisk modell som kan fungera som en bas för framtida studier. Modellen utformades för att efterlikna ett av fältförsöken gällande geotekniska förhållanden, spontegenskaper och lastförhållanden. Den finita element-modellen utvecklades i programmet COMSOL Multiphysics®. Modellen är unik såtillvida att den använder sig av verklig spontgeometri, ett excentriskt lastförhållande och en ekvivalent-linjär jordmodell för att ta hänsyn till töningsberoende.

Slutsatser

Från den teoretiska studien och de praktiska fältförsöken kan slutsatsen dras att de faktorer som är mest betydelsefulla för uppkomna vibrationsnivåer i jorden är:

- vibrationer genererade vid källan
- geotekniska förhållanden
- avståndet från källan

Fältförsöken och den numeriska modelleringen visar att överföringen av vibrationer från spont till jord kontrolleras till största delen av egenskaperna i den störda zonen i jorden närmast spontan. I denna zon är skjuvtöjningarna mycket höga samtidigt som glidning och tappad kontakt leder till mycket försämrad överföring jämfört med en ostörd jord.

Slutsatser gällande de geotekniska förhållandena visar att högre vibrationsnivåer uppstår då sponttån går igenom ett styvare jordlager, exempelvis då tån går igenom en grov fyllning, ett fast sandlager eller då tån når morän vid drivningens slut.

Slutligen, har det även visat sig att avståndet från källan är naturligt en stor bidragande faktor till vibrationsnivån i och med att både geometrisk dämpning och materialdämpning gör att vibrationsenergin minskar med ökande avstånd. På grund av reflektion, refraction och interaktion mellan vågor så kan vibrationsavtagandet avstanna eller till och med leda till en koncentration av vibrationsamplituder på ett visst avstånd från källan.

Ytterligare information

Kontaktpersoner:

Fanny Deckner, NCC, tel 070-213 43 51,
e-post: fanny.deckner@ncc.se.

Staffan Hintze, NCC, tel 070-606 03 28,
e-post: staffan.hintze@ncc.se.

Kenneth Viking, Trafikverket, tel 070-724 74 88,
e-post: kenneth.viking@trafikverket.se

Litteratur:

- Deckner, F., 2017, *Vibration transfer process during vibratory sheet pile driving – from source to soil*. Doktorsavhandling KTH, Stockholm, Sverige. Finns att ladda ner från www.sbuf.se, under projekt 12896.
- Guillemet, C., Deckner, F., Viking, K. och Hintze, S., 2014, *Nytt fältförsök visar en kraftigt minskad omgivningspåverkan närmast spontan*. Bygg & teknik 1/14.