

Sättningar i friktionsjord vid vibrationspåverkan

Kan vibrationer orsaka sättningar, och i vilka jordarter är risken störst? Finns det beräkningsmetoder som kan användas för att uppskatta sättningar och sättningsskillnader under byggnader som utsätts för vibrationspåverkan. Svaret på dessa frågor ges i nedanstående uppsats, där nya rön från jordbävningsforskningen används för att analysera frågeställningar som är vanligt förekommande vid till exempel infrastrukturprojekt i tätorter.

Anläggningsarbeten såsom sprängning, slagning av pålar, vibrering av spont eller packning av jord kan innebära skaderisker, särskilt om dessa utförs i närheten av vib-

orsakade av pålning, spontning, schaktning och packning, SS 25211. Dessa standarder anger riktvärden för vibrationer i byggnader. Markens betydelse för vågutbredningen beaktas i viss mån genom anpassningen av den okorrigerade vertikala svängningshastigheten, v_0 till olika typer av undergrund, jämför tabell 1.

Standarden är ur geoteknisk synvinkel otillfredsställande eftersom vitt skilda jordarter såsom lera, sand och morän förs

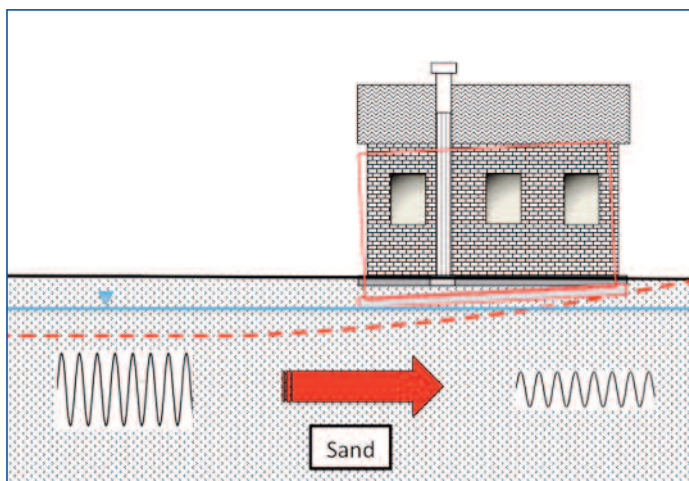
Artikelförfattare är **K. Rainer Massarsch**, tekn dr, Geo Risk & Vibration AB, Stockholm.



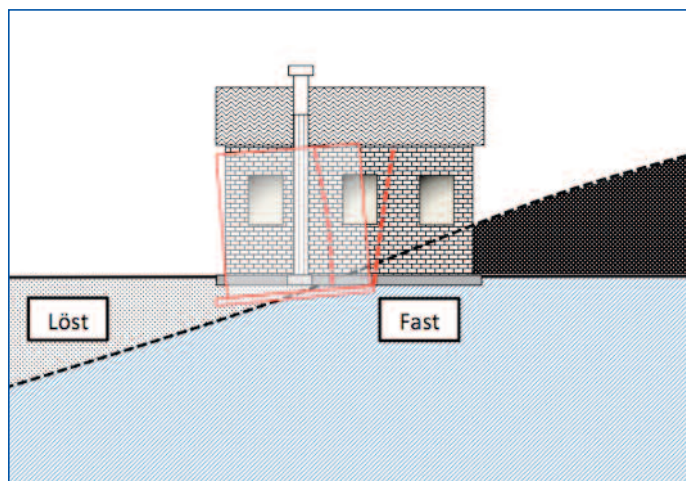
samman i en grupp, trots att dessa jordar

Tabell 1. Okorrigerad svängningshastighet, v_0 enligt SS 4604866:2011.

Undergrund	Vertikal svängningshastighet mm/s
Löst lagrad morän, sand, grus, lera	18
Fast lagrad morän, skiffer, mjuk kalksten	35
Granit, gneis, hård kalksten, kvartsitisk sandsten, diabas	70

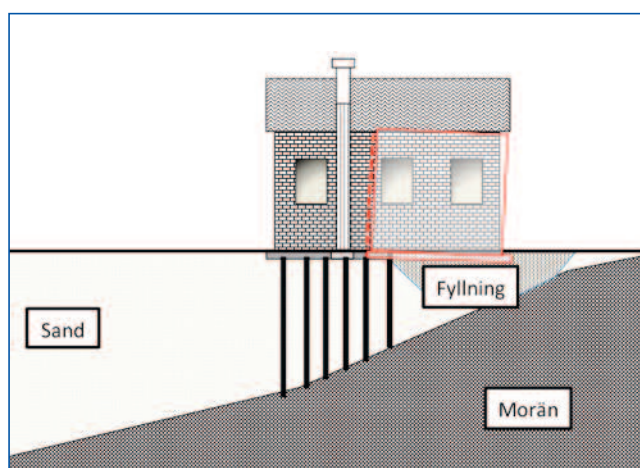


a) Varierande vibrationsamplitud under byggnaden.



b) Ändrade deformationsegenskaper i undergrunden.

rationskänsliga byggnader eller anläggningar på och under mark. Även vibrationer från tung trafik och järnväg kan under ogynnsamma förhållanden medföra skaderisker. Därför ska en riskanalys utföras innan vibrationsalstrande verksamheter påbörjas. Vid sprängningsarbeten bör den nyligen reviderade standarden *Vibration och stöt – Riktvärden för sprängningsinducerade vibrationer i byggnader*, SS 4604866:2011 tillämpas som vägledning för riskbedömning. Vid pålning, spontning, schaktning och packning gäller standarden *Vibration och stöt – Riktvärden och mätmetod för vibrationer i byggnader*



c) Blandad grundläggning.

Figur 1: Sättningar och sättningsskillnader på grund av ur vibrationssynpunkt ogynnsamma grundläggningslösningar.

påverkas olika av markvibrationer. En förklaring kan vara att standarden endast avser själva byggnadens respons vid markvibrationer och inte hur undergrunden påverkas. Denna begränsning glöms ofta bort av användarna av standarderna, särskilt om dessa saknar geoteknisk kompetens.

Det är inte ovanligt att skador på byggnader orsakas av sättningar som uppstår genom packning av löst lagrad friktionsjord till exempel silt, sand och grus. I figur 1 visas tre exempel på skademekanismer hos grundkonstruktionen i form av sättningar och sättningsskillnader.

Det första exemplet, *figur 1a*, illustrerar variationen av vibrationsamplitudens storlek under en byggnad. Svängningshastigheten är normalt störst nära vibrationskällan och minskar med ökande avstånd. Detta innebär att den delen av grundkonstruktionen som ligger närmast vibrationskällan utsätts för vibrationsnivåer som kan var avsevärt större än den delen av byggnaden som är belägen längre bort. *Figur 1b* visar en vanligt förekommande skadeorsak vid byggnader som är grundlagda i sluttande mark. Ofta används bortschaktad morän eller sprängsten som fyllning för att kompensera nivåskillnader. Om packningen av fyllningen inte är tillräcklig kan sättningsskillnader uppstå i övergångszonen. Det är dessutom inte ovanligt att skorstenen – ofta en tung koncentrerad last i en byggnad – inte är grundlagd på ett ändamålsenligt sätt. Därigenom ökar risken för rörelseskillnader och sprickor. Det tredje exemplet i *figur 1c* visar en byggnad med blandad grundläggning. När djupet till fast botten varierar är det inte ovanligt att en del av grundkonstruktionen utgörs av pålar och att resterande byggnad grundläggs på fyllning eller naturlig mark. Även denna typ av blandad grundläggning ökar risken för ojämna sättningar vid vibrationspåverkan.

Friktionsjords dynamiska egenskaper

En viktig jordodynamisk parameter är farten med vilken olika vågtyper utbreder sig i undergrunden. Skjuvvågsfarten har störst betydelse med avseende på sättningar. Ett vanligt förekommande missförstånd är att vågfarten är en icke-varierande materialparameter och även många läroböcker anger "typiska vågfarter" för olika jordarter. Vågfarten och skjuvmodulen påverkas dock av bland annat spänningsvariationen med djupet, materialets porvolym, vattenhalt och vattenmättnadsgraden, jordmaterialets densitet och grundvattenytans läge, *Massarsch* (1984). Detta förhållande illustreras av *figur 2*, där skjuvvågsfarten i vattenmättad sand visas som funktion av djupet för olika portal, e . Diagrammet baseras på att grundvattenytan är belägen 1 m under markytan och jordens genomsnittliga totaldensitet γ är 1800 kg/m^3 .

Det är uppenbart att skjuvvågsfarten ökar med djupet och påverkas kraftigt av portalen e . Exempelvis kan skjuvvågsfarten på 5 m djup variera mellan cirka 160 m/s i löst lagrad sand och 230 m/s i fast lagrad sand. För lösningen av komplicerade frågeställningar rekommenderas att skjuvvågsfarten bestäms i fält med hjälp av seismiska metoder.

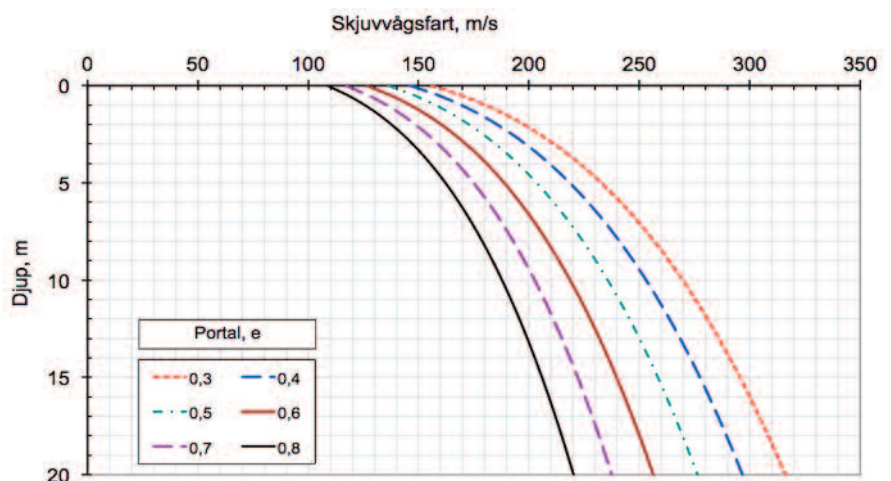
En ytterligare, för sättningsberäkningen viktig jordodynamisk parameter är skjuvtöjningen, γ . Den kan beräknas enligt nedanstående samband om svängningshastighetens amplitud v och skjuvvågsfarten c_s är känd

Fart eller hastighet?

Ofta används begreppen "fart" och "hastighet" utan att beakta skillnaden mellan dessa storheter. Både fart och hastighet har enheten längd per tidsenhet. Men fart är en skalär storhet som saknar riktning. Därför bör vågutbredningen anges som vågfart. Hastighet är en vektoriell storhet med en definierad riktning. Eftersom vibrationsamplituden är riktning beroende bör den betecknas som svängningshastighet.

Vad förorsakar sättning i friktionsjord?

Det har varit vanligt att förklara sättningen vid vibrationspåverkan med den acceleration som partiklarna utsätts för. Detta är dock ett missförstånd! Packning av jord och därmed sammanhängande sättning förorsakas av den relativa förskjutningen partiklarna emellan (skjuvtöjningen) samt antalet gånger dessa utsätts för denna påverkan. Sättning vid dynamisk belastning förorsakas således av skjuvtöjningens storlek, vilken är proportionell mot svängningshastigheten, samt hur ofta denna uppstår (antal svängningscykler).



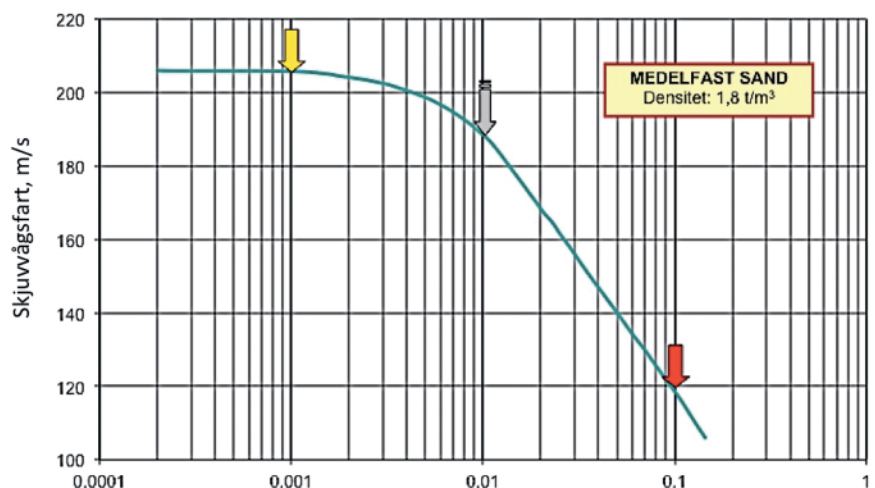
Figur 2: Skjuvvågsfartens djupberoende i sand med varierande portal, e ; totaldensitet 1800 kg/m^3 ; grundvattenytan har antagits ligga 1 m under markytan.

$$\gamma = \frac{v}{\tau_s}$$

(1) tion av skjuvtöjningen, i intervallet mellan 0,0002 och 0,15 procent.

I *figur 3* visas som exempel resultat från ett seismiskt resonanspelarförsök på medelfast lagrad sand, *Massarsch* (2000). Skjuvvågsfarten har bestämts som funk-

Vid mycket små töjningar (upp till cirka 0,001 procent) utsätts sanden endast för elastiska deformationer och ingen om-lagring av jordpartiklar sker. Vid en skjuvtöjning av omkring 0,01 procent



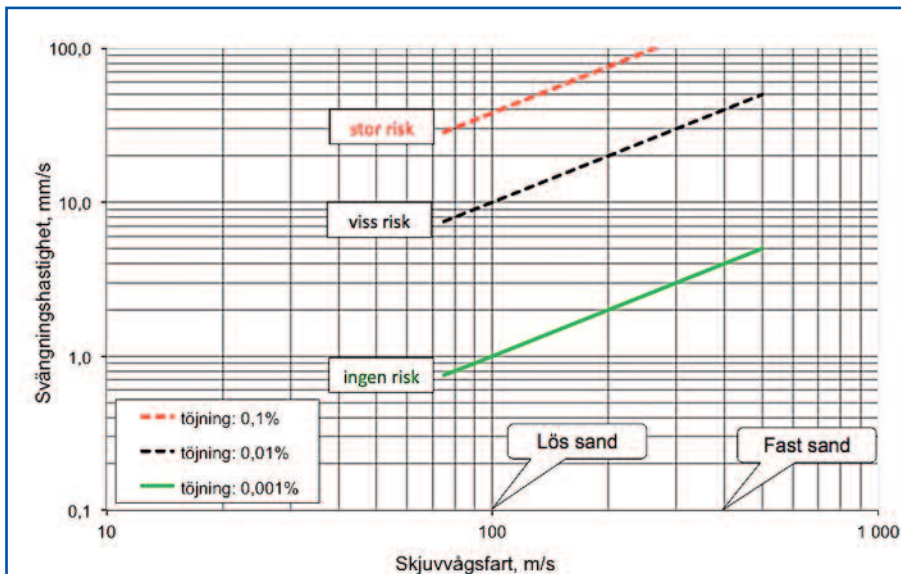
*Figur 3: Skjuvvågsfartens töjningsberoende för medelfast lagrad sand, där tre karakteristiska töjningsnivåer har markerats, (efter *Massarsch* (2000)).*

Kan vi lära oss av jordbävningsforskningen?

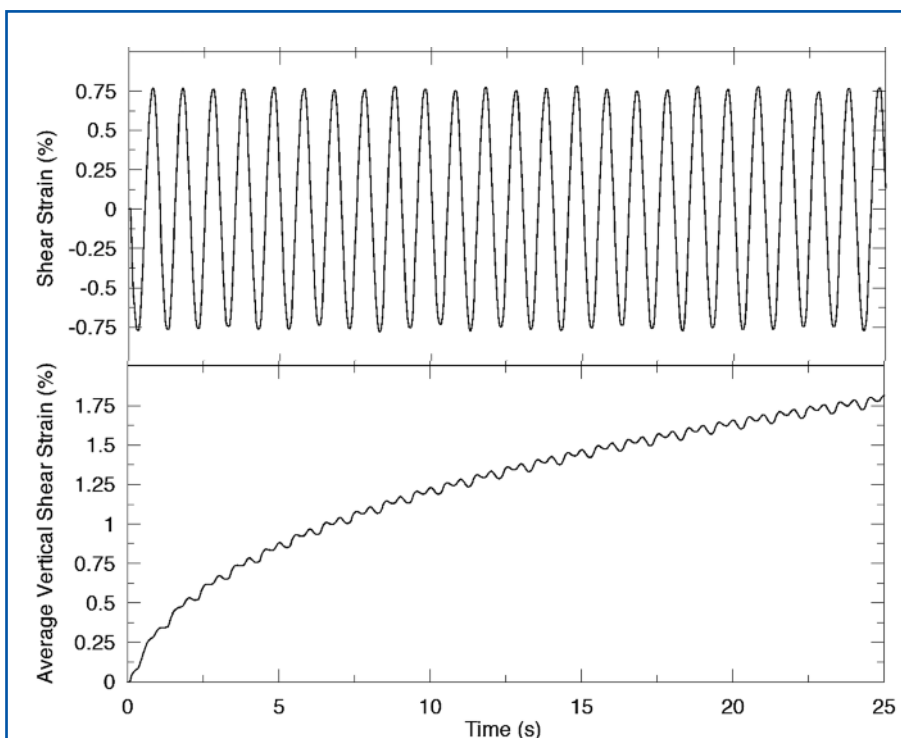
Jordbävningsproblem är nära besläktade med andra dynamiska frågeställningar, såsom vibrationsproblem från trafik eller anläggningsverksamhet. Om man beaktar skillnaderna i frekvensinnehåll och antalet svängningscykler så kan resultat från jordbävningsforskningen utnyttjas även vid lösningen av andra vibrationsproblem.

Skillnaden mellan dynamiska och statiska jordegenskaper?

Skillnaden mellan jords dynamiska och statiska egenskaper är inte så stor. Exempelvis är belastningshastigheten vid seismiska undersökningar i fält och på laboratorium jämförbar med konventionella geotekniska undersökningar. Förklaringen till skillnaderna är att seismiska försök ofta utsätter jorden för mycket små töjningar, medan statiska försök utsätter jorden för töjningar som är flera storleksordningar större. Om denna effekt beaktas kan resultat från seismiska undersökningar användas även vid lösningen av statiska problem.



Figur 4: Bedömning av sättningens risk i sand som funktion av svängningshastighet och skjuvvågsfart.



Figur 5: Typiskt resultat från ett cykliskt skjuvförsök på sand med relativ lagringstäthet (densitetsindex) $I_D = 60$ procent, Stewart et al (2004).

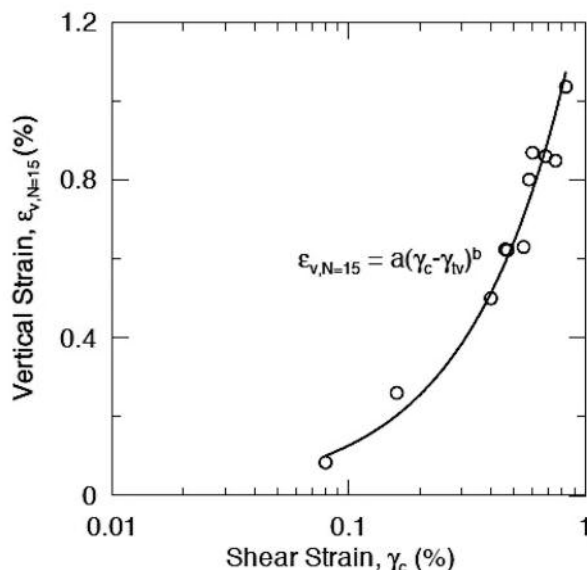
sker i löst och medelfast lagrad friktionsjord en omstrukturering och vid 0,1 procent uppstår en tydlig packning. När töjningsnivån ökas sker uppenbart en gradvis omlagring av jordskelettet och skjuvvågsfarten minskar. I det aktuella exemplet, visat i figur 3, minskade farten från 205 m/s till nära 100 m/s.

Minskningen av skjuvvågsfarten är mest utpräglad i friktionsjord (silt, sand och grus) och är betydligt mindre påtaglig i kohesionsjord (lerig silt och lera). Med stöd av denna information och ekvation (1) är det möjligt att beräkna hur svängningshastighetens amplitud påverkar omlagringen av sandpartiklar. Figur 4 visar skjuvtöjningsnivån som funktion av skjuvvågsfarten och svängningshastigheten, Massarsch et al (2000). Tre olika töjningsnivåer indikeras enligt figur 3. Det är således möjligt att med avseende på sättningens risk ange riktvärden på svängningshastigheten och motsvarande skjuvtöjningsnivåer, förutsatt att jordens skjuvvågsfart är känd, jämför ekvation (1).

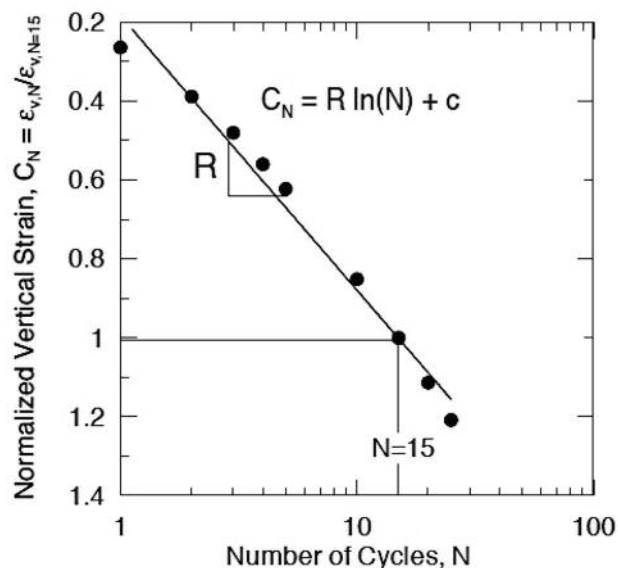
Enligt figur 3 är det mycket osannolikt att sättningar uppstår om töjningsnivån är av storleksordningen 0,001 procent. Däremot ökar risken när vibrationer framkallar en skjuvtöjning som överstiger 0,01 procent. När svängningshastigheten i en löst lagrad sand överstiger 8 till 10 mm/s (som motsvarar 0,01 procent skjuvtöjning) ökar således risken för sättningar och sättningsskillnader. Stor risk för omlagring av jordpartiklar och därmed sättningar finns om ett sandlager utsätts för en skjuvtöjningsnivå som överstiger 0,1 procent, det vill säga vid en svängningshastighet som överstiger cirka 30 mm/s i löst lagrad sand.

Cyklisk belastning av sand

Beräkningen av statiska sättningar är osäkra och problemställningen är ännu mer komplex vid dynamisk och cyklisk belastning. Inom jordbävningsforskningen har hittills huvudintresset ägnats åt frågan om jordförvätskning (liquefaction) och därmed sammanhängande stabilitetsproblem. Endast ett fåtal undersökningar har gällt frågan om sättningsproblematiken, Seed & Silver (1971) och Youd (1972). Utgående från dessa undersökningar har Massarsch (2000) beskrivit en metod att beräkna sättningar som kan förorsakas av byggverksamhet. Nyligen har en omfattande studie av sättningar i friktionsjord vid cyklisk belastning rapporterats av Stewart et al (2004). Cykliska laboratorieförsök utfördes på fjorton olika typer av sand. Ett typiskt exempel visas i figur 5. Ett prov med 60 procent relativ lagringstäthet I_D (densitetsindex; äldre beteckning D_r) utsattes för 25 belastningscykler med en maximal skjuvtöjning av 0,77 procent och den vertikala kompressionen (sättningen) registrerades. Den största kompressionen inträffar under de första fem till tio svängningscyk-



a) Inverkan av skjuvtöjning.



b) Inverkan av antalet belastningscykler.

Figur 6: Kompression vid cykliskt skjuvförsök av sandprov med 60 procent relativ lagringstäthet, Stewart et al (2004).

larna. Efter femton cykler blir den tillkommande sättningen relativt liten. Därför används inom jordbävningsforskningen ofta kompressionen vid femton belastningscykler som referensvärde.

$$C_N = \frac{\varepsilon_{v,N}}{\varepsilon_{v,N=15}} \quad (2)$$

där C_N är normaliserad kompression, $\varepsilon_{v,N}$ är kompression efter N belastningscykler och $\varepsilon_{v,N=15}$ är kompression efter femton belastningscykler.

Resultaten från ett cykliskt skjuvförsök kan fullständigt beskrivas genom två semi-logaritmiska diagram. Figur 6a visar sambandet mellan den cykliska skjuvtöjningen, γ_c , och den vertikala kompressionen $\varepsilon_{v,N=15}$. Det cykliska skjuvtöjningen, γ_c , motsvarar skjuvtöjningen, γ , i figur 3, och sambandet enligt ekvation (1).

Figur 6b redovisar hur den normaliserade kompressionen, C_N påverkas av antalet belastningscykler, N . Lägg märke till att mätresultaten följer ett nästan linjärt samband i det semi-logaritmiska diagrammet och att den normaliserade kompressionen $C_N = 1$ vid femton belastningscykler. Ur figur 6b kan lutningen, R av den normaliserade kompressionen bestämmas enligt följande samband

$$C_N = R \ln(N) + c \quad (3)$$

där c är en materialparameter. Eftersom $C_N = 1$ vid $N = 15$ erhålls c från sambandet

$$c = 1 - \ln(15) R \quad (4)$$

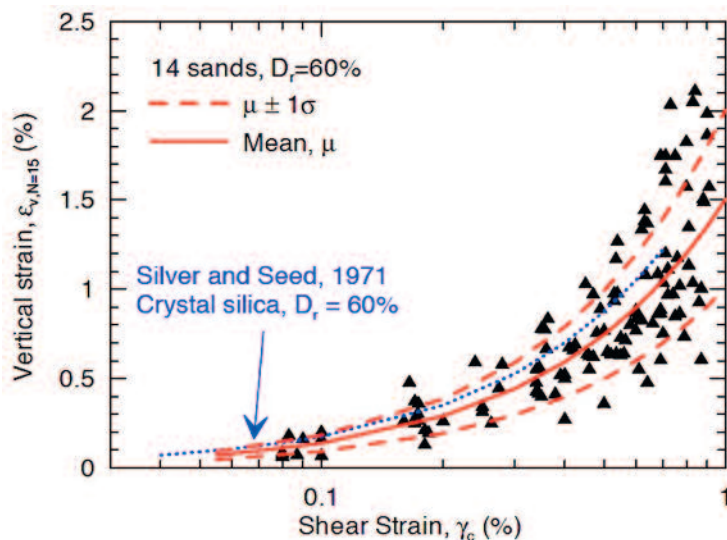
Således beskrivs en sands C_N - N -samband om parametern R är känd.

Figur 7 sammanfattar resultaten från 14 undersökta sandprover med en relativ

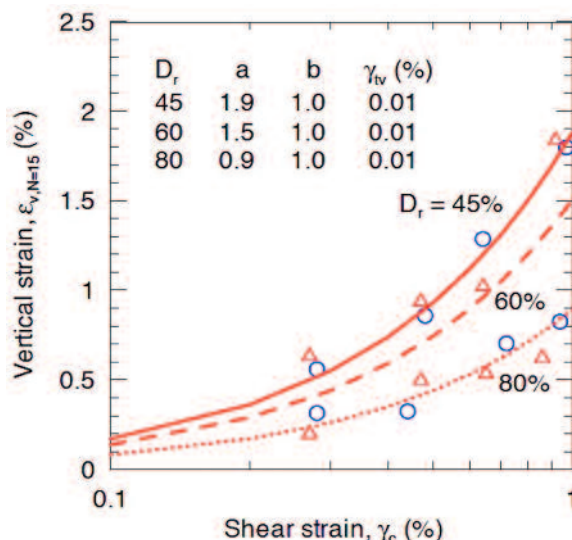
lagringstäthet $I_D = 60$ procent. Trots en viss spridning av resultaten är sambandet entydigt och bekräftar tidigare försök av Seed & Silver (1972). I Stewarts undersökning nämns också att den vertikala kompressionen på grund av cyklisk belastning i praktiken är lika för torr och helt vattenmättad sand. Inverkan av delvist vattenmättad sand och silt, som också undersöktes, tas inte upp i denna artikel.

Av figur 7 framgår att den vertikala kompressionen $\varepsilon_{v,N=15}$ är relativt liten upp till en viss skjuvtöjningsnivå men ökar markant när 0,1 procent överskrids. Denna slutsats bekräftas också av sambandet i figur 3. Vid en skjuvtöjning, γ_c av en procent varierar den vertikala kompressionen (sättningen), ε , mellan 0,5 och 2 procent.

Figur 8 illustrerar inverkan av den relativa lagringstätheten, I_D på sands kom-



Figur 7: Sammanfattning av cykliska skjuvförsök på sandprover med relativ lagringstäthet $I_D = 60$ procent, Stewart et al (2004).



Figur 8: Inverkan av relativ lagringstäthet, I_D på sandprovers kompression vid ökad cyklisk skjuvtöjning, Stewart et al (2004).

pression som funktion av den cykliska skjuvtöjning, γ_c . Medelvärden av den vertikala kompressionen är dubbelt så stor i löst lagrad sand ($I_D = 45$ procent) jämfört med fast lagrad sand ($I_D = 80$ procent).

Med stöd av en statistisk analys av provningsresultaten har *Stewart et al* (2004) visat att medelvärdet av parametern, $R = 0,33$ med en standardavvikelse $\sigma = 0,04$. Med hjälp av ekvation (4) kan värdet på interceptet c beräknas

$$c = 1 - \ln(15) 0,33 = 0,106 \quad (5)$$

Om antalet svängningscykler N är känt erhålls värdet C_N från följande samband

$$C_N = 0,33 \ln(N) + 0,106 \quad (6)$$

Figur 8 kan sedan användas för att beräkna den vertikala kompressionen (sättningen) $\varepsilon_{v,N=15}$ vid femton svängningscykler för olika värden av den relativa lagringstäthet, I_D . Den vertikala kompressionen vid N antal svängningscykler kan sedan beräknas enligt följande samband

$$\varepsilon_{v,N} = \varepsilon_{v,N=15} C_N \quad (7)$$

Omvandling till sinussvängning

Skjuvförsök med med cyklisk belastning i form av sinussvängningar. I verkligheten inträffar dock sällan sinussvängningar eftersom svängningsamplituden varierar som funktion av tiden. Vid analys av jordförvätskningsproblem används därför en metod för att omvandla ett ojämnt svängningsförlopp till sinussvängningar, *Seed et al* (1975).

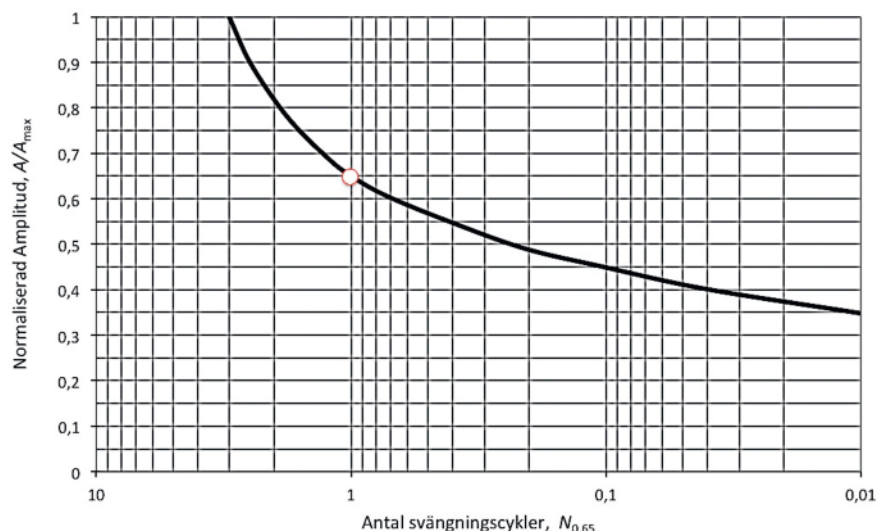
Som ekvivalent svängningsamplitud väljs $0,65 \times A_{max}$, där A_{max} är den största svängningsamplituden. Maximalvärdet A_{max} motsvarar tre ekvivalenta svängningscykler, $N_{0,65}$, jämför figur 9, det vill säga tre svängningscykler vid $0,65 A_{max}$ har samma verkan som en svängningscykel vid A_{max} .

Beräkningsexempel

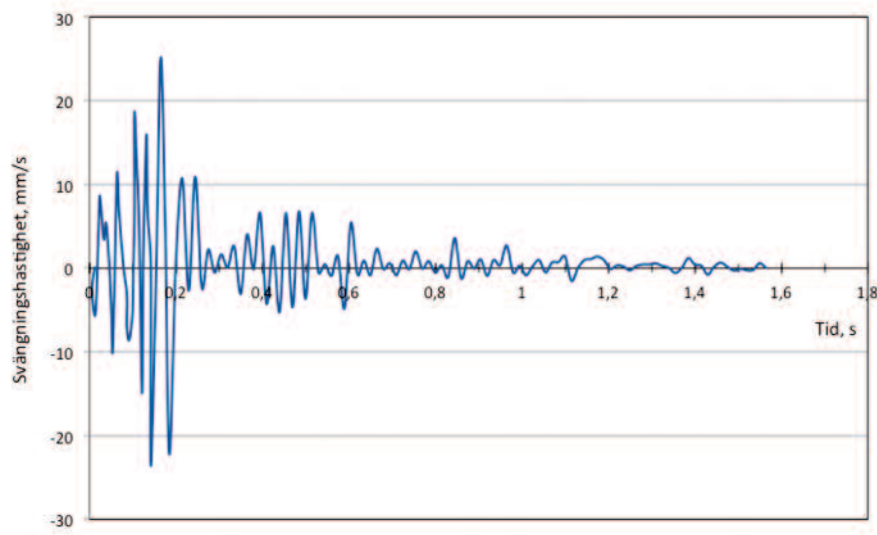
Figur 10 visar svängningsförloppet som förorsakats av en enskild vibrationsstörning, som kan uppstå till exempel vid påslagning i löst lagrad sand med en relativ lagringstäthet $I_D = 0,45$ procent. Den maximala svängningshastigheten är $A_{max} = 25$ mm/s och den ekvivalenta amplituden, $A_{0,65\%} = 16$ mm/s.

Diagrammet i figur 9 används så att antalet svängningscykler som är större än 0,35 procent A_{max} beräknas och multipliceras med faktorn $N_{0,65}$. Genom summering erhålls antalet ekvivalenta svängningscykler motsvarande en sinussvängning av 65 procent A_{max} .

Nästa steg är att med stöd av diagrammet i figur 9 beräkna antalet ekvivalenta sinussvängningar, $N_{0,65}$. För att förtydliga metodens tillämpning visas beräkningsstegen i tabell 2. Antalet ekvivalenta svängningscykler beräknas genom att multiplicera den normaliserade svängningsamplituden, A/A_{max} , med parametern $N_{0,65}$ som ger motsvarande antal svängningscykler vid 65 procent av maximal-



Figur 9: Omvandling av oregelbundet svängningsförlopp till sinussvängning, efter Seed et al (1975).



Figur 10: Svängningsdiagram av en vibrationsstörning i löst lagrad sand.

amplituden. Beräkningen görs för de positiva och den negativa värden på svängningsamplituden. Sedan beräknas medelvärdet, som i det aktuella fallet ger $N = 5$ ekvivalenta svängningscykler.

I praktiken förekommer sällan endast en enda vibrationsstörning och därför bör inverkan av det totala antalet svängningar användas vid en sättningsanalys. I exemplet antas att det uppstår femton vibra-

tionsstörningar enligt figur 10, som resulterar i 75 ekvivalenta svängningscykler. Den cykliska svängningsamplituden antas vara 25 mm/s, det vill säga maximalvärdet i varje störning.

I det aktuella exemplet väljs ett jordlager bestående av 10 m löst lagrad sand där grundvattennivån är 1 m under markytan. Skjuvvågsfarten uppskattas med stöd av figur 2 för ett portal $e = 0,7$. Sand-

A/A_{max}	$N_{0,65}$	Ekv. Cykler, N_{65}
1,00	3,00	3,00
0,74	1,80	1,33
0,63	0,90	0,57
0,50	0,20	0,10
0,45	0,10	0,05
0,43	0,07	0,03
0,43	0,05	0,02
0,36	0,01	0,00
Summa		5,1

A/A_{max}	$N_{0,65}$	Ekv. Cykler, N_{65}
-0,94	2,60	-2,44
-0,88	2,40	-2,12
-0,59	0,70	-0,42
-0,40	0,04	-0,02
-0,34	0,01	0,00
Summa		-5,0

Tabell 2: Beräkning av antalet ekvivalenta sinussvängningar för tidsförloppet enligt figur 10.

Tack

Författaren vill härmed uttrycka sin tacksamhet till *Carl Wersäll* och *Anders Bodare*, GRV AB, för stimulerande diskussioner om jordddynamikens spännande frågeställningar samt för värdefulla synpunkter vid framtagningen av denna artikel. Även *Bengt H Fellenius* har bidragit med många värdefulla kommentarer.

lagret delas upp i tio skikt. Vid en svängningsamplitud av 25 mm/s erhålls en cyklisk skjuvtöjning som varierar mellan 0,01 procent (på 10 m djup) och 0,02 procent (på 1 m djup). Den beräknade skjuvtöjningen är låg och motsvarar enligt *figur 3* tröskelvärde där en omlagring av sandpartiklar kan uppstå. *Figur 7* ger den motsvarande vertikala kompressionen $\epsilon_{v,N=0.15} = 0,1$ procent. För det 10 m mäktiga sandlagret blir totalsättningen på grund av vibrationspåverkan $s \approx 1,5$ mm. Detta värde är i praktiken försumbart. Om däremot samma vibrationsstörning upprepas vid många tillfällen, till exempel hundra gånger, kan den ackumulerade sättningen förväntas bli betydligt större, till exempel av storlek 10 till 15 cm.

Slutsatser

Med stöd av ovan redovisad analys av sättningar som kan uppstå på grund av vibrationer i friktionsjord kan följande slutsatser dras:

- Vibrationer kan förorsaka sättningar i löst lagrad friktionsjord, till exempel i samband med slagning av pålar eller spont.
- Ur skadesynpunkt är ofta sättningskillnaden mellan olika delar av grundkonstruktionen av större betydelse än totalsättningen.
- Befintliga vibrationsstandarder gäller endast byggnaders dynamiska respons och tar inte upp inverkan av vibrationer på undergrunden (sättningar i grundkonstruktionen).
- Inom jordbävningsforskningen har nyligen omfattande undersökningar redovisats. Dessa resultat kan också användas för beräkning av sättningar och sättningskillnader vid vibrationspåverkan i friktionsjord.
- Betydande framsteg har gjorts inom jordddynamiken som möjliggör en bedömning av friktionsjords dynamiska egenskaper, såsom skjuvvågshastigheten. Empiriska beräkningsmetoder bör kontrolleras ge-

nom fältmätningar, till exempel seismiska undersökningar.

- Den i uppsatsen beskrivna metod för sättningsberäkning ger realistiska resultat som stämmer överens med erfarenhetsvärden. Metoden bedöms vara lämplig för en bedömning av sättningar i friktionsjord.
- Vid risk för vibrationspåverkan på känsliga byggnader eller installationer i löst lagrad friktionsjord bör vibrationsanalyser kontrolleras genom fältmätningar och sättningsövervakning. ■

Litteratur

SIS. (1999). *Vibration och stöt – Riktvärden och mätmetod för vibrationer i byggnader orsakade av pålning, spontning, schaktning och packning*, Svensk Standard SS 02 52 11, Byggstandardisering BST, ICS 17.60, 7 s.

SIS. (2011). *Vibration och stöt – Riktvärden för sprängningsinducerade vibrationer i byggnader*, Svensk Standard SS 4604866:2011, Swedish Standards Institute, utgåva 3. 20 s.

Massarsch, K. R. (1984). *Vibrationer i jord och berg*. Handboken Bygg, Kapitel G 20, Stockholm, s. 517–524.

Massarsch, K. R. (2000). *Settlements and damage caused by construction-in-*

duced vibrations. Proceedings, Intern. Workshop Wave 2000, Bochum, Germany 13–15 December 2000, s. 299–315.

Massarsch, K. R., Bodare, A., Lindgren, A. (2000). *Vibrationer förorsakade av byggverksamhet*, Väg- och Vattenbygget, No 1, s. 35–41.

Seed, H. B. & Silver, M. L. (1972). *Settlements of dry sand during earthquakes*. Journal of the Soil Mechanics and Foundation Division, ASCE, Vol. 98, s. 381–396.

Seed, H.B., Idriss, I.M., Makdisi, F. & Banerjee, N. (1975). *Representation of irregular stress time histories by equivalent uniform stress series in liquefaction analyses*. Report No. UBC/EERC-75/29, Earthquake Engineering Research Center, UC, Berkeley, 40 s.

Stewart, J.P., Whang, D.H., Moyneur, M & Duku, P. (2004). *Seismic compression of as-compacted fill soils with variable level of fines content and fines plasticity*. CUREE Publication No. EDA -05. Consortium of Universities for Research in Earthquake Engineering. Richmond, California, 121 s.

Youd, T. L. (1972). *Compaction of sands by repeated shear straining*. Journal of the Soil Mechanics and Foundation Division, ASCE, Vol. 98, s. 709–725.

SGF:s Markvibrationskommitté

Inom SGF:s Markvibrationskommitté bedrivs forskning, utbildning och information inom jordddynamikområdet. Medlemmarna medverkar vid utvecklingen av nya mät- och analysmetoder. Dessutom anordnas kurser och kommittén initierade Markvibrationsdagen, som numera anordnas tillsammans med de övriga nordiska länderna vartannat år. Nyligen hölls den första Nordiska Markvibrationsdagen i Oslo.