

Förord

När en pålkran, KC-pelarmaskin, mobilkran eller annan tung anläggningsmaskin ska ställas upp på en markyta för arbete måste det vara utrett att marken under maskinen kan bära de laster som kan uppkomma. Maskinens olika delar och tyngder behöver vara beskrivna av maskinleverantör och den som anpassat maskinen för det aktuella arbetet. Beroende på hur väl kända förutsättningarna för uppställningen är behöver mer eller mindre omfattande geotekniska utredningar, markförstärkningar, beräkningar och kontroller genomföras. Flera teknikområden, aktörer och specialister är berörda varför ansvarsfördelningen måste vara tydlig.

Marken under maskinerna blir ofta mer belastad under främre delen av den över chassit vridbara delen (pålkransens basmaskin eller mobilkransens krantorn) på grund av exempelvis långa utligg i den riktningen (för mobilkransar) eller tyngd av mast, hejare och påle i den delen (för pålkransar). Belastningen från maskinen kan leda till sättningar med vältning som följd. En vältning av en tung anläggningsmaskin leder ofta till omfattande materiella skadorna på såväl maskiner som på omgivning. I värsta fall kan även människor omkomma eller skadas.

För att minimera risken för olyckor med tunga anläggningsmaskiner verkar branschorganisationer som Svensk Grundläggning och Svenska Mobilkranföreningen för god utbildning och information till maskinister och andra aktörer. Genom den här skriften vill vi bidra till denna verksamhet. Syftet med skriften är att ge en sammanhängande beskrivning av hela processen med att åstadkomma en säker arbetsmiljö för uppställning av tunga anläggningsmaskiner, från upphandling av entreprenör till dimensionering av arbetsplattform. Skriften är i huvudsak en sammanställning av föreskrifter och rekommendationer. Metoder för beräkning av lastspridning från maskin till markyta samt bärighet i arbetsplattform och undergrund har i samband med framtagandet av skriften gått igenom och utvärderats.

Skriften har tagits fram av Wilhelm Rankka, David Rudebeck, Björn Dehlbom och Helene Kennedy från Statens geotekniska institut. Framtagandet har gjorts i samarbete med Sven Liedberg, Fredrik Dahlgren, David Ekstrand (bilagor) och Sofia Hasselberg (bilagor) från Skanska Teknik och en referensgrupp bestående av representanter från Trafikverket (Jonas Axelsson), Svensk Grundläggning (Leena Haabma), Hercules Grundläggning (Peter Alheid), GeoMind (Håkan Eriksson), PEAB (Anton Gunnebrink), Keller (Carl Jonsson), Cowi (Viktor Nyman), Junttan (Ilkka Nikkilä), Kynningsrud Nordic Crane (Clas Ericsson), Sweco (Ulf Ryberg), Skanska (Patrik Andersson), NCC (Lars Hall), Tyréns (Mats Karlsson) och Pålab (Christian Nilverius). Även andra än nämnda representanter har bidragit. Ett underlag till skriften har tagits fram genom ett FOI-projekt genomfört av SGI på uppdrag av Trafikverket.

Arbetet har finansierats av Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond (SBUF), SGI och de medverkande organisationerna. FOI-projektet har finansierats av Trafikverket och SGI.

Wilhelm Rankka
Uppdragsledare

Helene Kennedy
Granskare

Innehåll

1	Inledning	7
2	Exempel på risker med olika maskiner, arbeten och markförhållanden	9
3	Styrande och vägledande dokument	17
3.1	Lagar, förordningar och föreskrifter	17
3.2	Krav och riktlinjer för arbetsplattformar	18
3.3	Krav och vägledning för arbetsmiljöarbete	18
3.4	Kontraktsdokument	19
3.5	Handböcker	19
4	Förutsättningar för god arbetsmiljö vid maskinuppställning	21
4.1	Arbetsmiljöarbete före byggstart	22
4.2	Arbetsmiljöarbete under utförande	26
5	Geotekniska förutsättningar	31
5.1	Inledning	31
5.2	Geotekniska förutsättningar inom den översta delen av jordlagerprofilen	32
5.3	Geotekniska fält- och laboratorieundersökningar	34
5.4	Rekommendationer	36
6	Beräkningar	39
6.1	Inledning	39
6.2	Last från maskin	41
6.3	Lastfördelande konstruktionselement	44
6.4	Jordens vertikala bärförmåga	44
6.5	Numerisk analys	54
6.6	Armering	54
7	Provbelastning	55

8	Tillhandahållande av arbetsplattform	57
8.1	Utformning	57
8.2	Utförande	60
8.3	Kontroll och underhåll	60
9	Dimensionering	63
9.1	Standarder	63
9.2	Geoteknisk kategori och säkerhetsklass	64
9.3	Dimensioneringskrav	65
9.4	Val av karakteristiska värden på egenskaper	65
	Referenser	67
	Bilaga 1	
	Beräkningsexempel, dimensionering uppställning pålkran i brottgräns (ULS)	71
	Bilaga 2	
	Exempel entreprenadteknisk specifikation, pålkransuppställning	76
	Bilaga 3	
	Beräkningsexempel, dimensionering uppställning mobilkran i brottgräns (ULS)	79
	Bilaga 4	
	Exempel entreprenadteknisk specifikation, mobilkransuppställning	85
	Bilaga 5	
	Exempel – Checklista inför produktionsstart Uppställning av tung maskin	91

1 Inledning

Enligt statistik från Arbetsmiljöverket var byggverksamhet, transport och magasinering samt jordbruk, skogsbruk och fiske de tre näringsgrenar i Sverige som hade flest arbetsplatsolyckor med dödlig utgång under perioden 2010 till 2019. Under perioden har det i genomsnitt förekommit nio dödsolyckor per år inom näringsgrenen byggverksamhet.

Vid en jämförelse med andra industriverksamheter ligger byggbranschen högt i skadestatistiken, enligt Arbetsmiljöverket. I byggbranschen råder ofta tidspress som leder till stress på individnivå som ökar olycksrisken. Även på verksamhets- och projektnivå kan tidsaspekten påverka risknivån.

För att tillgodose säkerheten vid arbete med tunga anläggningsmaskiner krävs kompetens, riskmedvetenhet och tydlig ansvarsfördelning. En olämpligt utformad eller utförd arbetsplattform kan leda till vältningsolyckor med olycks- eller dödsfall som följd.

Syftet med skriften är skapa en branschpraxis för utformning, utförande och kontroll av arbetsplattformar för den typ av tunga anläggningsmaskiner som används för större lyft, för pålning eller för installation av KC-pelare och som överför sin last till undergrunden via larver eller plattor. Exempel på berörda maskintyper är pålkranar, mobilkranar och KC-pelarmaskiner. Med arbetsplattformar avses underlag på en arbetsplats, anlagda för maskinernas förflyttning och uppställning under arbete. De arbetsplattformar som behandlas i skriften anläggs på en terrass (av naturligt lagrad jord eller berg) och utgörs av fyllning av jord, armering av jord och/eller lastfördelande konstruktionselement. I en del fall räcker inte denna typ av arbetsplattformar till för att klara de laster som maskinen ger upphov till, inte ens genom att utöka fyllningens mäktighet. Arbetsplattformar förstärkta på andra sätt, exempelvis pålade arbetsplattformar, kan då krävas. Pålade arbetsplattformar och liknande berörs inte i denna skrift.

Främst berörs bärighetsbrott och sättning i arbetsplattform som påverkar maskinens stabilitet. Maskinen, arbetsplattformen och arbetet med maskinen kan också leda till annan påverkan i omgivande jord som kan påverka exempelvis stabiliteten i närliggande slänter eller schakter. Hur hänsyn bör tas sådan omgivningspåverkan berörs inte specifikt.

Syftet med skriften är också att den ska bidra till en förenkling av kravställande, projektering och kontroll av arbetsplattformar. Denna förenkling är en viktig del i att göra säkerhetsfrågan avseende erforderliga åtgärder för arbetsplattformar kostnads- och konkurrensneutral inom branschen.

Vi ser alla aktörer som har ansvar för och/eller arbetar med utformning, utförande och användande av arbetsplattformar för berörda maskiner som målgrupper för skriften. Nedan följer en läsanvisning som vi hoppas ska göra det lättare för olika målgrupper att hitta relevanta delar i skriften.

Beskrivningar av åtgärder som ges i skriften, exempelvis av utformning av en arbetsplattform, utgör inte projektunderlag utan ska ses som en information som syftar till att ge ökad förståelse för åtgärden. Metoder för beräkning av bärighet i arbetsplattform och undergrund har i samband med framtagandet av skriften gått igenom och utvärderats. Anvisningar i skriften förutsätter tillämpning av Eurokoder.

Referensgruppen har bidragit med de fotografier som anges utan referens.

2 Risker med uppställning av tunga anläggningsmaskiner

Olyckor med vältnande tunga anläggningsmaskiner leder ofta till omfattande materiella skador på såväl maskiner som på omgivning. En vältnad maskin leder i princip undantagslöst till ekonomiska konsekvenser. En vältning kan innebära en svår chock för maskinföraren och annan berörd personal, även om konsekvenserna i övrigt blir små. I värsta fall kan människor omkomma eller skadas.

Vidare är det inte ovanligt att en vältning också leder till påverkan på miljön, exempelvis av att hydraulolja läcker ut i naturen.

Långt ifrån alla tillbud och olyckor rapporteras. När det gäller pålkranar har, enligt en uppskattning av referensgruppen, vältningar inträffat i storleksordningen två gånger per år under de senaste 10 åren. I de fall då konsekvenserna varit små har antagligen rapporteringsviljan varit liten och man kan anta att mörkertalet är stort, åtminstone när det gäller grävmaskiner, betongpumpar och andra maskiner där konsekvenserna troligen oftast varit mindre än då en pålkran har vältnat.

Nedan ges exempel på kritiska arbetsmoment, avvikelser i undergrund och avvikelser i arbetsplattform och vilka konsekvenser de kan leda till.



Figur 2:1 Jorden utgjordes av lera och arbetsplattformen av en fyllning på ca 0,4–0,5 m med stockmattor. Maskinen stod för nära kanten av stockmattorna. I anslutning till arbetsplattformen hade man tagit ett antal lerproppar med augerborr innan pålningen utfördes.

Figur 2:2 Ett stabilitetsbrott i extremt lös lera inträffade i naturligt lagrad jord intill en långsträckt schakt. Det upptäcktes att underlaget var sämre än förväntat men arbetet fortsatte.



Tabell 2:1. Exempel på kritiska arbetsmoment.

Arbetsmoment med en kran stående nära kanten av en arbetsplattform eller ett lastfördelande konstruktionselement. Figur 2:1 visar exempel på detta.

Arbetsmoment med chassit roterat till kritisk vinkel (för pålkranar ofta mellan 20 och 30 grader från larvernas riktning).

Indragning av en påle från långt avstånd med hejaren högt hissa.

Långt utskjut av mastfoten i kombination med indragning av en pål.

Förflyttning och rotation av kran med tunga delar högt upp (hejare och indragen påle). Figur 2:3 visar exempel på detta.

Förflyttning av kran nedför ramp med rest mast.

Förflyttning av kran på ojämnt underlag så att självförstärkande gungning av kranen uppstår.

Stress för personal som leder till förhastade beslut. Situationen som visas i Figur 2:2 kan vara ett exempel på detta.

"Lågt i tak": När operatör inte känner sig bekväm med att rapportera exempelvis problem med att inte hinna eller klara av arbetsmoment inom utsatt tid.



Figur 2:3 Tippningen inträffade enligt uppgift under en snabb rotation med för långt utligg med hejare och påle. Troligen var rotationen tillräckligt snabb för att ge upphov till så stora tröghetskrafter i utligget att tippningen uppkom. Arbetsplattformen bedöms ha varit tillräcklig.



Figur 2:4 Schakt och återfyllning hade utförts efter arbetstidens slut i det område där KC-pelarmaskinen arbetade. Återställning och packning av området hade inte genomförts på ett korrekt sätt. Man hade inte hunnit med att göra det.

Tabell 2:2. Exempel på avvikelser i undergrund som kan leda till vältning.

Jordens egenskaper är sämre än de som tolkats från den geotekniska undersökningen i den Marktekniska undersökningsrapporten, MUR/ Geoteknik.

Torrskorpan är lokalt tunnare än vad som antagits.

Förekomst av ej avbanad organisk jord (mull, torv eller gyttja).

Undergrund av siltig jord har luckrats upp av nederbörd och/eller av transporter innan eller i samband med utläggning av arbetsplattformen.

Felaktigt återfyllda och packade schakter. Exempel på detta visas i Figur 2:4 och Figur 2:5.

Oförutsedda gamla lokala fyllningar med låg bärförmåga.



Figur 2:5 (Ovan t.v.) Bärighetsbrott under larv, eventuellt på grund av att man tidigare utfört en provgrop i detta läge som inte återfyllts och packats korrekt. Hög tyngdpunkt av påle och hejare.

Figur 2:6 (Ovan t.h.) Den naturligt lagrade jorden utgjordes av lera med mycket låg odränerad skjuvhållfasthet och hög sensitivitet nära markytan. Leran var eventuellt överlagrad av torrskorpelera. En arbetsplattform var projekterad att utgöras av stockmattor lagda vinkelrätt larver på ett 0,9 m mäktigt krosslager. Mastens position, innan eller i samband med nedsjunkningen, låg snett utanför framkant av den ena larven vilket gav en koncentrerad markbelastning.

Tabell 2:3. Exempel på avvikelser i en arbetsplattform som kan leda till vältning.

Ingående fyllningsmaterial uppfyller inte ställda krav.

Mäktigheten är inte tillräcklig.

Arbetsplattformens fyllning har inte packats på korrekt sätt.

Arbetsplattformens lutning är för stor.

Utbredningen av plattformen är för liten i plan så att maskiner riskerar att hamna för nära kanten av arbetsplattformen.

Vatten står högt i plattformen på grund av otillräcklig dränering.

Artesiska grundvattentryck har sänkt jordens hållfasthet och därmed dess bärförmåga.

Undermåliga/bristfälliga stockmattor, för glest utlagda stockmattor eller stockmattor i fel riktning. I Figur 2:6 ges exempel på detta.

För klena dimensionerade eller skadade balkrost (förtillverkade lastfördelande plattor).