

EUROKODER FÖR KRANBANOR OCH MASKINER

Bernt Johansson • bhj@comhem.se
www.sbi.se • Skapad 2009-07-20

Kranbanor och maskiner är vanligen förekommande i industribyggnader. Det gemensamma för dessa är att de ger upphov till dynamiska laster, vilka kan ge oväntade effekter för en ovan byggnadskonstruktör.



I det svenska regelverket finns inte mycket skrivet om kranbanor och maskiner. I BKR finns en kort text om laster på kranbanor inklusive lastkollektiv för utmattning och handboken Bygg band K innehåller några sidor om utformning och dimensionering av kranbanor. Stålbbyggnadsinstitutet har gett ut en handbok om kranbanor som är användbar och som styr svensk praxis. Maskinfundament behandlas endast i handböcker.

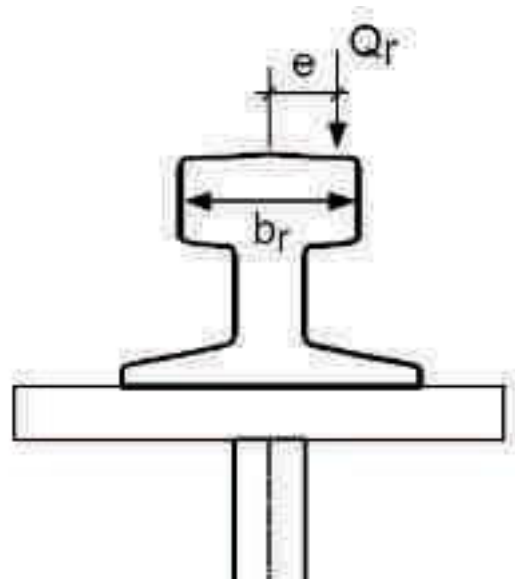
Kranbanor i Eurokoden

I Eurokodserien finns nu två standarder som utförligt behandlar kranbanor och i viss utsträckning även maskiner. De aktuella standarderna är SS-EN 1991-3 Laster från kranar och maskiner och SS-EN 1993-6 Dimensionering av stålkonstruktioner. Del 6 Kranbanor. Den förstnämnda är på 46 sidor och den senare 37 så det är en väsentlig ökning av informationsmängden i regelverket. Det är dessvärre så att mycket inte stämmer med hittillsvarande svensk praxis och vi måste lära om. Den följande beskrivningen av standarderna för kranbanor baseras på de utgåvor som gick ut på omröstning eftersom de slutliga versionerna inte ännu har kommit från CEN. De nationellt valbara parametrarna är inte valda ännu så diskussionen baseras på de rekommenderade värdena. Redovisningen koncentreras på kranbanor eftersom texten om maskiner är ganska

allmän och den ger föga av konkreta råd. Undantag är en text om roterande maskiner som är konkret men tämligen elementär.

Laster från kranar

EN 1991-3 ger laster från traverskranar och telferkranar avsedda för dimensionering av banorna. De laster som ges är de som är normala i sammanhanget d v s statisk last av egentygnd och kroklast samt dynamiska tillskott av lyftning och åkning. De dynamiska krafterna är såväl vertikala som horisontala. Dessutom ges för traverser krafter av skevgång som kan uppstå genom att kranen försöker köra i en annan riktning än banans längdriktning. Man ger upp till 10 olika kombinationer av krafter som ska studeras. För telfrar är de horisontala krafterna förenklade till 5% av statisk vertikalkraft. I standarden ges regler för hur lasterna ska beräknas men för att göra detta fordras en detaljerad information om kranen. För en byggnadskonstruktör är det inte möjligt att räkna ut lasterna förrän ritningar föreligger och det blir väl som hittills att kranleverantören tillhandahåller lasterna. En nyhet för vår del är att man ger en excentricitet för hjultrycken enligt **Figur 1**. Rekommenderat värde för excentriciteten är 0,25 gånger rälhuvudets bredd. Vi har försummat denna i svensk praxis med motivering att när rälen vrider sig så förskjuts hjultrycket i sidled så att vridningen motverkas.



Figur 1: Exentrisitet för hjultryck

Valbara regler

Reglerna för kranbanor med flera kranar som verkar var för sig eller byggnader med kranar i flera skepp är nationellt valbara på begäran av Sverige. De rekommenderade värdena är väsentligt ogynnsammare än våra regler som säger att man räknar med en kran med lastfaktor och ytterligare en med reducerade hjultryck som vid annan lastkombination. Horisontalkraft räknas endast från en kran. De rekommenderade värdena i EN 1991-3 är vertikalkrafter från tre kranar på samma bana och fyra om de är i olika skepp och horisontalkrafter från två kranar. Dessutom har man rekommenderat att sätta lastkombinationsfaktorn till 1,0. Så vitt jag vet har våra regler fungerat bra och jag ser därför ingen anledning att skärpa dem. Kollektiv för utmattningslaster ges enligt EN 13001-1 med klasser betecknade S0 till S9 d v s en finare indelning än de driftklasser vi nu har, B1 till B6. En verkstads Kran som normalt är i B3 hamnar i S3 eller S4 i den nya klassningen. Effekten av lastkollektivet ges med en omräkning av lasten till ett skadeekvivalent värde för 2 000 000 cykler. För S4 är omräkningsfaktorn 0,5. De dynamiska tillskotten på vertikallasten halveras jämfört med statisk dimensionering. Trots detta verkar dessa utmattningslaster ge större effekt än de vi har idag.

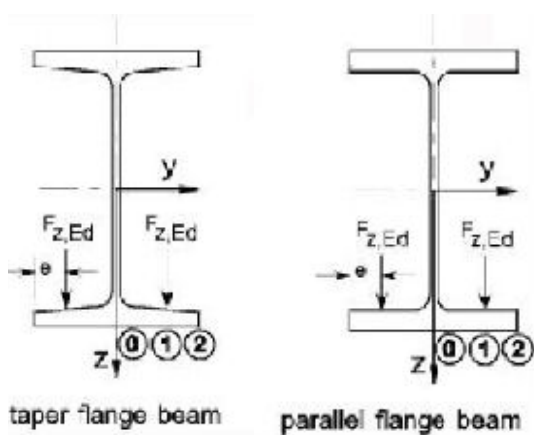
Utformning och dimensionering

EN 1993-6 ger regler för utformning och dimensionering av kranbanor av stål. Reglerna är präglade av brittisk praxis som avviker från svensk praxis. T ex talas mycket om fritt upplagda balkar, vilket antyder att det är vanligt. I Sverige görs kranbanor nästan alltid kontinuerliga. Man kan måhända spara en del på den initiala investeringen men för hårt utnyttjade banor tror jag att man förlorar på ökat underhåll. Vidare finns regler för elastiska mellanlägg mellan räl och balk. De förekommer även i Sverige men de är enligt min uppfattning inte att rekommendera. De jag har sett har haft dålig livslängd och de blir dyra eftersom de bör kombineras med skruvad rälinfästning. Det ges regler som medger att rälen medräknas i balktvärsnittet som är tillämpliga även för kranräl med fot. Det händer att vi räknar med en platräl men kranräl fästs normalt med klammer som

medger att rälen kan glida. Motivet för detta är att rälen tenderar att manglas ut. Måhända är det en bra idé att svetsa fast även en kranräl men svetsarna måste då vara starka nog att förhindra utmanglingen. Man får en förstärkning av tvärsnittet för böjning i styva riktningen och även en reduktion av de vertikala tryckspänningarna i livet. Formler för beaktande av de senare finns i EN 1993-6 för olika utformningar av infästningen.

Flytledsteori godtas

För analys av kontinuerliga kranbanor godtas flytledsteori i brottgränstillståndet, vilket vi inte gör i Sverige. Jag ser inget principiellt hinder men det kan vara svårt att praktiskt klara kravet på att förhindra vippning. Dessutom bör man verifiera att växelflytbrott inte inträffar. För utmattningsdimensionering fordras naturligtvis elastisk analys. För spänningsberäkning godtas liksom i Sverige att horisontalkrafter antas upptagna av överflänsen. Dessutom sägs att vridmoment bör beaktas och de kan upptas av ett horisontalt kraftpar i flänsarna. Som nämnts ovan antas hjultrycken angripa med en excentricitet och den ger ett vridmoment. Huruvida man dessutom ska räkna med ett vridmoment av horisontalkrafter framgår inte av texten. En annan effekt av excentriska hjultryck är att man får böjspänningar i livet. Formler ges för hur de bör beräknas och av några exempel att döma verkar de bli försumbart små vid stort avstånd mellan vertikala livavstyvningar. Svensk praxis är att enbart ha avstyvningar vid upplag medan brittisk praxis är att sätta avstyvningar med avstånd tre gånger livhöjden eller mindre. Det bör vi inte ta efter. I en telferbana bärs hjultrycken direkt av underflänsen. Det ger upphov till lokala böjspänningar såväl tvärs som längs balken. Formler ges för beräkning av dessa spänningar i tre punkter enligt **Figur 2**.



Figur 2: Punkter för beräkning av böjspänningar i underflänsen i en telferbalk 0=kälens början, 1=mitt under hjultrycket, 2=flänskanten.

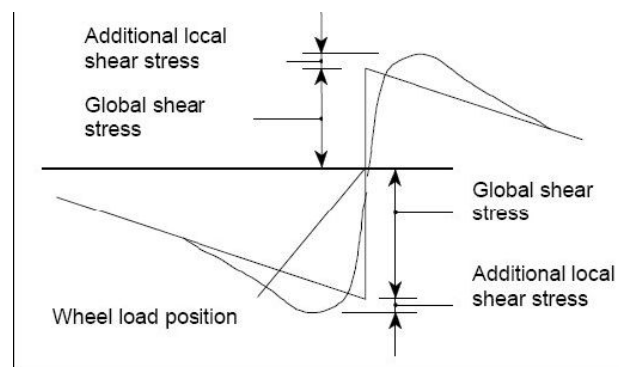
Vippling

För kontroll av vippling ger man endast regler för fritt upplagda balkar. För kraftigt enkelsymmetriska kontinuerliga balkar kan den tryckta underflänsen vid stöd vara benägen att vipa, vilket inte nämns. Två alternativa regler ges för fritt upplagda balkar. Den ena är att betrakta tryckflänsen plus en femtedel av livet som stång och dimensionera den för tryck och böjning i sidled. I transversallasten ska inräknas horisontalkraft av vridning. Den andra är i form av en interaktionsformel innefattande böjning i styva riktningen, böjning i veka riktningen och välvning. Om man försummar vridstyvheten är det lätt att räkna ut effekten av välvning men det är lite krångligt om man tar med vridstyvheten.

Bruksgränstillstånd

För bruksgränstillstånd ges begränsningar av deformationer, begränsning av andning och av spänningar. Deformationsbegränsningarna avser böjning av balken i vertikalled och sidled, böjning av pelare med eller utan vindlast, spännviddsändring och nedböjningskillnad mellan balkarna. Det är överdrivet många begränsningar men värdena är nationellt valbara. Som exempel kan nämnas att spännviddsändringen (ändringen av avståndet mellan rälerna) begränsas till 10 mm. Det är ett strängt krav för stora kranar och ett rimligt värde bör bestämmas med hänsyn till kranens konstruktion och rälens bredd. Andning är en form av utmattning som kan inträffa om en plåt bucklar och buck-

lorna går fram och tillbaka vid laständring. Begränsningen med hänsyn till andning är densamma som för broar och den begränsar spänningarna i relation till kritiska spänningar för buckling av längsspänningar och skjuvspänningar. De vertikala spänningarna av hjultryck är inte med, vilket är märkligt. Normalt blir dock livet rätt tjocka av andra skäl så det spelar knappast någon roll. Spänningsbegränsningarna avser spänningar av karakteristisk last som ska vara mindre än sträckgränsen. Kraven avser effektivspänningar och kan bli avgörande t ex i livet under ett hjultryck. För en sådan punkt har man ett tillskott av vad man kallar lokala skjuvspänningar om 20% av vertikalspänningen, se **Figur 3**.



Figur 3: Lokala skjuvspänningar i närheten av hjultryck.

Utmattning

För dimensionering mot utmattning hänvisas till EN 1993-1-9 som ger en generell metodik. När det gäller tillämpningen på kranbanor noteras ett antal skillnader mot vår praxis. Horisontala laster antas inte bidra till utmattning utan endast de vertikala. Det förenklar beräkningen väsentligt och förefaller rätt rimligt. Då spänningar i flera riktningar förekommer kontrolleras endast en i taget utan kombination av effekterna som i BSK. Även detta förefaller rimligt. Märkligt nog görs dock en kombination av längsspänningar och skjuvspänningar då två eller flera kranar kör på samma bana. Man räknar då ut delskador innehållande bidrag från längsspänningar och skjuvspänningar från den värsta kranen. Till det längs delskador från den andra kranen räknade för två klasser lägre utmattning.

Sammanfattning

Reglerna för kranbanor i Eurokoderna innebär i många avseenden ändringar av hittillsvarande svensk praxis. Ändringarna går åt båda hållen och utfallet är svårt att förutsäga men min bedömning är att kranbanorna blir dyrare. En del kan vi styra genom val av lämpliga nationellt valda parametrar, vilka inte är valda ännu. Även om reglerna är annorlunda så bör även de här fungera.

Fakta

Stålbyggnadsinstitutets handbok
Traverskranbana kan beställas här: <https://www.sbi.se/produkt/traverskranbana/>

