

Krockprov av eftergivlig bullerskärm

Ylva Matstoms

Förord

I föreliggande studie redovisas krockprov och utvärdering av en bullerskärm med avseende på eftergivlighet. Förutom eftergivlighet diskuteras även andra aspekter på kollisioner med bullerskärmar som är viktiga att ta hänsyn till när skärmarna monteras intill miljöer med oskyddade trafikanter eller bostäder.

Initiativet till att krockprova och utvärdera en eftergivlig bullerskärm har tagits av Vägverket Region Väst och studien är utförd på uppdrag av Vägverket Borlänge. Kontaktperson på Region Väst har varit Christer Lindh och på Vägverket Borlänge Anders Håkansson.

Projektledare har varit Jan Wenäll och provningarna har utförts av personalen på VTI:s Krocklaboratorium.

Linköping april 2006

Jan Wenäll

Kvalitetsgranskning

Granskningsseminarium genomfört 2006-06-08 där överingenjör Thomas Turbell var lektor.

Forskningsingenjör Ylva Matstoms har genomfört justeringar av slutligt rapportmanus 2006-10-19. Projektledarens närmaste chef laboratoriechef Tommy Pettersson har därefter granskat och godkänt publikationen för publicering 2006-10-19.

Quality review

Review seminar was carried out on 2006-06-08 where chief engineer Thomas Turbell reviewed and commented on the report. Ylva Matstoms has made alterations to the final manuscript of the report. The research director of the project manager Tommy Pettersson examined and approved the report for publication on 2006-10-19.

Innehållsförteckning

Sammanfattning	5
Summary	7
1 Bakgrund	8
2 Syfte	9
3 Utförande	10
3.1 Bullerskärmens konstruktion	10
3.2 Provmetod	12
3.3 Prov	13
4 Resultat.....	15
5 Diskussion	25
5.1 Utvärdering av provmetoden.....	26
5.2 Vad händer i andra hastigheter?.....	27
Bilaga	

Krockprov av eftergivlig bullerskärm

av Ylva Matstoms
VTI
581 95 Linköping

Sammanfattning

För att minska problemen med trafikbuller finns flera möjligheter. Att montera en bullerskärm är en. Fördelarna med en skärm jämfört med exempelvis en vall är att den tar lite plats och är lätt att montera i efterhand. Eftersom skärmen ofta sitter inom vägens säkerhetszon är det viktigt att den inte orsakar allvarliga skador vid påkörning. Detta gäller både de personer som sitter i bilen och de som är runt omkring.

Vägutrustning som placeras i vägens närområde, exempelvis stolpar, skall vanligtvis vara eftergivliga eller skyddade av vägräcke. Internationellt finns provningsstandarder för vägutrustning, däribland bullerskärmar. Dock är standarden för bullerskärmar vag och något oprecis i fråga om just krocksäkerhet. Vägutrustning av typen räcken och eftergivliga stolpar provas i Sverige enligt internationella provningsstandarder men bullerskärmar är hittills oprövade här. En bullerskärm har otvetydigt visuella likheter med ett vägräcke men är vanligen inte alls konstruerad för att vare sig dirigera eller bromsa bilen. Frågeställningen vid denna provning handlar egentligen bara om bullerskärmen är farlig eller inte vid påkörning.

I föreliggande studie redovisas krockprov och utvärdering av en bullerskärm med avseende på eftergivlighet. Inte i någon av kollisionerna registreras någon kupéinträngning. Även om inga delar från bullerskärmen förmår tränga in i kupén yr det desto fler delar i luften runtomkring. Oskyddade trafikanter och boende runtomkring utsätts alltså för större fara än vid påkörning av exempelvis ett vägräcke vilket bör beaktas vid uppsättningen. Dessutom är överliggaren mycket styv vilket kan utgöra en fara för höga fordon, exempelvis bussar och lastbilar.

Bullerskärmen skapar dessutom en trafikfara som inte går att utvärdera med traditionella krockprov. Utrymmet vid sidan av trafikerade vägar är ju normalt sett ganska oattraktivt att vistas i, både på grund av buller och den omedelbara närvaron av trafiken. Bakom en tät ogenomskinlig bullerskärm blir upplevelsen av trafiken genast mindre och området kan upplevas som betydligt trivsammare och tillgängligare. Detta innebär en inte obetydlig risk för att antalet oskyddade trafikanter invid vägen ökar till följd av bullerskärmens tillkomst. Både bilisterna och människorna bakom skärmen upplever en falsk säkerhet eftersom de inte kan se varandra.

Crash tests of a non-rigid noise barrier

by Ylva Matstoms

VTI (Swedish National Road and Transport Research Institute)

SE-581 95 Linköping Sweden

Summary

There are several possibilities to reduce problems with traffic noise. One solution is to put up a noise barrier. There are obvious advantages with mounting a wall like barrier rather than a bank as the barrier needs less space and can be easily erected in almost any environment. However, as the barrier often is located in the immediate vicinity of the road, it is important that the barrier does not cause injuries or severe damage in case of a collision. This is essential not only for the vehicle occupants but also for other people on, or near, the road.

Any road equipment located in the immediate surroundings of the road usually must be either safe to road users or protected by a safety barrier. There are international safety standards for noise barriers but they are somewhat imprecise regarding crash safety. In Sweden, safety barriers, lighting columns etc. are crash tested in accordance with international standards but noise barriers are normally not crash tested. Even though the noise barrier has many visual similarities with a safety barrier the noise barrier is not necessarily constructed to break or redirect an errant vehicle. We are, in this case, only discussing the issue if the noise barrier is dangerous in case of an impact.

The purpose of this study is to evaluate the safety of a wooden non-rigid crash tests noise barrier. The results show that there was no intrusion into the occupant compartment in any of the tests. On the other hand major wooden pieces flew over a large area as a result of the impact. The top beam is also very rigid and proposes a safety hazard to occupants of high vehicles such as buses and lorries. Occupants in high vehicles, unprotected road users and people living near the road are being exposed to a greater risk with the noise barrier compared to an ordinary safety barrier. This has to be taken into account when decisions regarding noise protection are taken.

A noise barrier also creates a safety hazard that can not be evaluated by traditional crash testing. The area on the side of the road is normally less attractive both due to the noise and the immediate presence of the vehicles and as a result there are very few people there. Behind a noise barrier the presence of the traffic is remarkably reduced both audible and visually. The area becomes more attractive and accessible. It is obvious that there may be an increase in the number of vulnerable road users adjacent to the road as a result of mounting the noise barrier. In addition, both drivers and the persons behind the noise barrier will experience a false security as they cannot see each other.

1 Bakgrund

I föreliggande studie redovisas krockprov och utvärdering av en bullerskärm ur eftergivlighetssynpunkt. Initiativet till att krockprova och utvärdera en eftergivlig bullerskärm har tagits av Vägverket region Väst och studien är utförd på uppdrag av Vägverket Borlänge

För att minska problemen med trafikbuller finns flera möjligheter. Att montera en bullerskärm är en. Fördelarna med en skärm jämfört med exempelvis en vall är att den tar lite plats och är lätt att montera i efterhand. Eftersom skärmen ofta sitter inom vägens säkerhetszon är det viktigt att den inte orsakar allvarliga skador vid påkörning.

Vägutrustning som placeras i vägens närområde, exempelvis stolpar, skall vanligtvis vara eftergivliga eller skyddade av vägräcke. Internationellt finns provningsstandarder för vägutrustning, däribland bullerskärmar. Dock är standarden för bullerskärmar vag och något oprecis i fråga om just krocksäkerhet. Vägutrustning av typen räcken och eftergivliga stolpar provas i Sverige enligt internationella provningsstandarder men bullerskärmar är hittills oprövade här. Huvudsakligen baseras dessa provningsstandarder på olika krockprov. Vägräcken skall ha en dokumenterad förmåga att fånga upp ett fordon och dirigera det. En belysningsstolpe, skyltstolpe eller liknande behöver inte styra bilen men den får inte vara alltför hård och måste, i vissa fall, kunna bromsa bilen.

En bullerskärm har otvetydigt visuella likheter med ett vägräcke men är vanligen inte alls konstruerat för att vare sig dirigera, eller bromsa bilen. Frågeställningen vid provning är egentligen bara om det är farligt eller inte vid påkörning. Att bevisa "ofarlighet" är betydligt svårare än vad man i förstone tänker sig. Det går inte att med några få prov säkerställa att någonting är ofarligt i alla situationer för alla typer av fordon. Istället har vi utgått från standarden för bullerskärmar och modifierat den med hänsyn till provningstypen och övriga tillämpbara standarder.

Bullerskärmen skapar dessutom en trafikfara som inte går att utvärdera med traditionella krockprov. Utrymmet vid sidan av trafikerade vägar är ju normalt sett ganska oattraktivt att vistas i, både på grund av buller och den omedelbara närvaron av trafiken. Bakom en tät ogenomskinlig bullerskärm blir upplevelsen av trafiken genast mindre och området kan upplevas som betydligt trivsammare och tillgängligare. Detta innebär en inte obetydlig risk för att antalet oskyddade trafikanter invid vägen ökar till följd av bullerskärmens tillkomst. Både bilisterna och människorna bakom skärmen upplever en falsk säkerhet eftersom de inte kan se varandra.

2 Syfte

Syftet med denna studie är att prova en bullerskärm avsedd att kunna monteras av enskilda villaägare med tillstånd av Vägverket. Skärmen kan alltså förväntas stå intill, eller nära, tomtgräns men likafullt intill vägen. Standarden EN 1794-1:2003 "Vägutrustning – Bullerskydd – Icke-akustiska egenskaper – Del 1: Mekaniska egenskaper och stabilitetskrav" behandlar i annex D säkerheten för de åkande i den påkörande bilen medan del 2, EN 1794-2:2003, annex B ställer krav på nedfallande delar från bullerskärmen.

EN 1794 syftar inte i första hand till att utvärdera krocksäkerheten men hänvisar till EN 1317-1 och -2. Dock måste vi ta hänsyn till att en bullerskärm normalt inte fungerar som ett vägräcke och alltså inte kan förväntas "ta hand om bilen" på samma sätt. Provningsmetoder för vägräcken syftar till att säkerställa att räcket:

1. "tar hand" om fordonet och hindrar det från att utsättas för den fara räcket skall skydda det emot, alternativt skyddar den/det som är bakom räcket från fordonet
2. inte utgör någon allvarlig fara för påkörande fordon
3. inte utgör någon allvarlig fara för övriga fordon liksom inte heller påkörande fordon gör det.

I fallet med bullerskärmar är det en rimlig ansats att de skall uppfylla krav två och tre men inte ett. Detta stämmer ganska överens med resonemangen i EN 1794. Annex D i del 1 anger möjligheten att bullerskärmen även kan agera som vägräcke men så är inte fallet för den aktuella skärmen.

3 Utförande

3.1 Bullerskärmens konstruktion

Bullerskärmen är konstruerad så att den, förutom att dämpa buller, också skall fungera i trafikmiljön. Det vill säga, skärmen skall vara eftergivlig på ett sådant sätt att de åkande inte skadas och att inga delar från skärmen kommer in i kupén. Sett från vägen är bullerskärmen tät och sidan ut mot vägen är täckt av lockpanel.

Regelverket bakom det 24,0 m långa och 2,2 m höga planket bärs huvudsakligen upp av vertikala regler 45x220 mm, monterade med genomgående bultar i nedgjutna plattstål 10x100 mm mot långsidorna. Plattstålen är nedgjutna i armerade betongfundament $\varnothing 400 \times 1\ 300$ mm. Till övervägande delen är hela konstruktionen monterad med spikpistol och blankspik. Upptill och nedtill ligger horisontella regler 45x120 mm och mellan dem löper vertikala regler 45x95 med CC-avstånd 600 mm. På de vertikala reglarna är klossar, 45x45x45 mm, ditspikade med vardera en spik. Mellan de vertikala reglarna är 555x45x45 mm horisontella regler monterade med en skruv i varje kloss. Lockpanelen är sedan fäst i dessa korta regler. Denna konstruktion med små klossar och korta regler är omständlig vid själva uppförandet och gör att det är relativt mycket ändträ i vitala delar av konstruktionen vilket kan misstänkas göra den rötkänslig. Yrkesnickarna som uppförde bullerskärmen ogillade lösningen med de små klossarna men de hade å andra sidan inte möjlighet att bedöma den möjliga trafiksäkerhetsvinsten. Denna konstruktion medför att det inte finns några långa horisontella regler som riskerar att tränga in igenom vindrutan och träffa de åkande. Det gör också konstruktionen mindre styv vilket bör göra den gynnsammare ur kollisionssynpunkt. Under själva planket skall, enligt ritningen, en cementspånskiva monteras så att det blir helt tätt nedtill ut mot vägen. Skivan skall hindra bullret från att tränga in nedtill. Cementspånskivan bedömdes inte kunna påverka provresultatet och var därför inte monterad under provningen. Se även ritningar i annex 1.



Figur 1 Den färdigmonterade bullerskärmen sedd från framsidans södra del.



Figur 2 Bullerskärmen sedd från baksidans norra ände.



Figur 3 Det armerade betongfundamentet $\text{Ø}400 \text{ mm} \times 1 \text{ 300 mm}$ med plattstål $10 \times 100 \times 1 \text{ 560 mm}$. Den vertikala regeln fästs mellan plattjärnen med två genomgående bultar M12.



Figur 4 "Klossarna" som används för att fästa de horisontella reglarna. Notera att regelverket på framsidan är helt slätt och att de horisontella reglarna endast är 555 mm långa.



Figur 5 Bullerskärmens baksida.

3.2 Provmetod

Provmetoden för bullerskydd EN 1794-1:2003 annex D, är mycket summarisk och hänvisar till EN 1317-1 och EN 1317-2. Förutom EN 1317 har vi även tagit intryck av EN 12767 och försökt att förena och anpassa dem till krav två och tre enligt kapitel 2 så att det passar till EN 1794. I korta drag är syftet med EN1317 att utvärdera styrkan och kapaciteten hos den provade utrustningen. EN12767 har en annan ansats, att utvärdera ”ofarligheten”, eller om man så vill krocksäkerheten, hos en provad produkt. Genomgående gäller i EN12767 att man väljer så riskfyllda kombinationer av fordon, hastighet och vikt som möjligt för att försäkra sig om att alla andra tänkbara kombinationer kommer att vara fördelaktigare. Exempelvis provas genomgående med en lätt bil (900 kg).

Provmetoden som vi använt för att utvärdera bullerskärmen är dock förenklad såtillvida att inte hela provserier har utförts och att vi inte har gjort några mätningar av accelerationer eller vinkelhastigheter trots att detta efterfrågas i EN 1794-1:2003, annex D punkt D.2.3 a) iii). Ett vägräcke provas normalt med en lätt (900 kg) respektive en tung bil (1 500 kg). Förenklat syftar provet med den lilla bilen till att säkerställa att inte räcket är för hårt och därmed kan skada de åkande genom att utsätta dem för en alltför kraftig retardation. Provet med den stora bilen syftar till att försäkra sig om att räcket är tillräckligt starkt så att fordonet inte kommer för långt ut i sidled eller bryter igenom räcket. I fallet med en bullerskärm är vi inte intresserade av styrkan utan vill bara säkerställa att den inte är för hård. Det är alltså motiverat att bara prova med den lilla bilen. Att inte instrumentera bilen gör provet billigare och om resultatet är riktigt bra eller uruselt går det utmärkt att bara titta på fordonsskador. Däremellan finns dock en gråzon. Det är inte heller alldeles ovanligt att ett vägräckesprov som ser bra ut, bedömt från film och fordonsskador, sedan underkänns utifrån mätresultaten. I detta fall valdes, i samråd med uppdragsgivaren, att inte instrumentera bilarna av ekonomiska skäl.

Vid vägräckesprov gäller, enligt EN 1317-2, att ”Större delar av vägräcket får inte helt slitas bort eller utgöra fara för annan trafik, fotgängare eller personer inom ett arbetsområde.” I EN 1317-3 anges vikten på ”en större del” till 2 kg. I standarden EN 1794-2:2003 annex B beskrivs en metod för att utvärdera delar som faller från bullerskärmen till följd av exempelvis en kollision. Denna metod utgår ifrån en 400 kg pendel formad som en dubbelkon som träffar skärmen. Den provningen har inte utförts men det är ändå intressant att studera utvärderingskriterierna för delar som lossnat under provet:

- Inga styva delar $>25\text{cm}^2$ som väger mer än 0,100 kg
- Inga styva delar med en längd >15 cm
- Inga styva delar med vinklar $<15^\circ$ som väger mer än 0,100 kg
- Inga delar som väger mer än 0,400 kg.

Baserat på utfallet av ovanstående invägning/mätning av lossade delar klassificeras resultatet enligt:

- A: delar som lossnat och inte uppfyller kriterierna
- B: delar som lossnat men uppfyller kriterierna
- C: inga lossade delar.

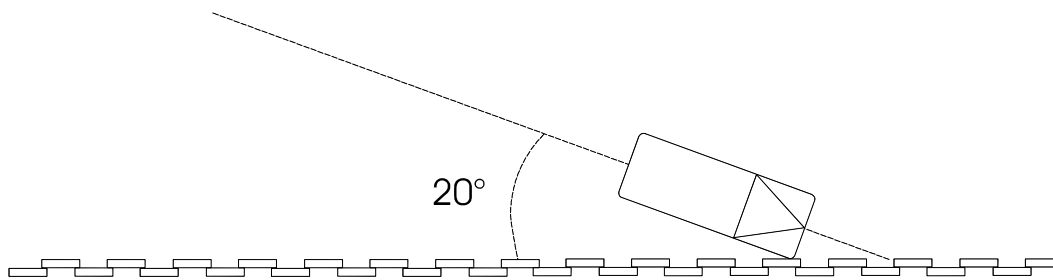
3.3 Prov

Tre olika krockprov har genomförts mot bullerskärmen. Gemensamt för samtliga prov är att bilarna har accelererats till önskad hastighet med hjälp av en extern motor och en dragvajer. Bilarna har styrts mot kollisionspunkten med hjälp av räler innanför hjulen. Strax före kollisionen tar rälerna slut och dragvajern släpper ifrån fordonet så att det rullar fritt in mot bullerskärmen. Fordonet har inte motorn igång men fordonet kan, vid behov, bromsas efter kollisionen med hjälp av en radiostyrd bromsanordning.

3.3.1 Prov 1

Utgående från provmetoden EN 1317-2 för vägräcken och broräcken valde vi påkörningsvinkeln 20° . Detta kan sägas motsvara en vanlig avkörning (exempelvis till följd av väjning eller trötthet) i en ovanligt brant, och därmed ogynnsam, vinkel. Hastigheten är dock lägre än för ett typiskt EN1317-2 prov av huvudsakligen två skäl. För det första är det sällan hastigheten inom tätbebyggt område överstiger 70 km/h, dels bedömde vi att 70 km/h var en hastighet där bullerskärmen kunde förväntas vara tämligen stum mot den påkörande bilen. Av samma anledning valdes en liten bil, 900 kg, vilken vägdes in enligt förutsättningarna i EN1317-1. En av hastighetsklasserna i EN12767 är dessutom 70 km/h vilket ytterligare styrker valet av hastighet. Vid 50 km/h och därunder skyddar bilen i sig mycket bra även vid kollision med mycket stumma strukturer vilket gör att det är mindre motiverat att prova vid 50 km/h eller därunder. De slutliga provförutsättningarna valdes alltså till:

- Påkörning av den sida som vetter mot trafiken
- 20 graders vinkel mellan bullerskärmen och den påkörande bilen
- Hastighet 70 km/h
- Fordonsvikt: 900 kg.



Figur 6 Schematisk skiss av förutsättningarna för prov 1.

3.3.2 Prov 2

Prov 2 utformades från provmetoden högsta hastighetsklassen i EN 12767, 100 km/h med 900 kg bil. Träffpunkten valdes så att fordonet träffar bullerskärmen centralt på ytterkanten. Sammanfattningsvis utförs prov två enligt:

- Påkörning centralt på kanten med
- fordonet i linje med bullerskärmen, alltså vinkeln 0°
- Hastighet 100 km/h
- Fordonsvikt 900 kg.



Figur 7 Schematisk skiss av förutsättningarna för prov 2.

3.3.3 Prov 3

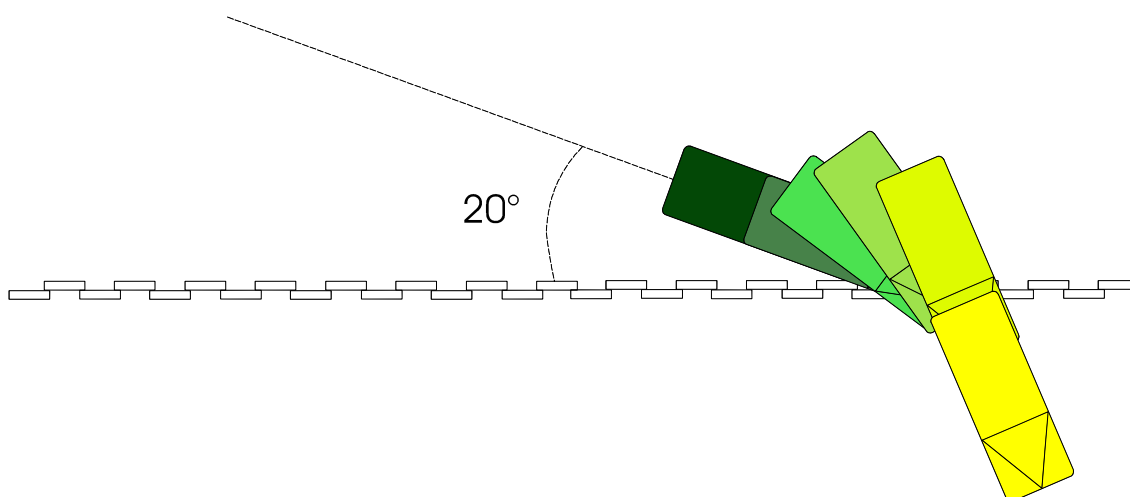
Prov tre genomfördes med samma förutsättningar som prov ett, dock var bullerskärmens ytterkanter förankrade med plattjärn ned i betongcylindrarna på ytterkanterna så att konstruktionen stagades upp i längsled. Påkörningspunkten valdes så att bilen inte riskerade att komma i kontakt med stagningen. Syftet med stagningen var att simulera en betydligt längre bullerskärm än vad som ursprungligen monterades.

4 Resultat

4.1.1 Prov 1

Bilen träffar planket i 20° vinkel och är centrerad mot de nedgjutna plattstålen. Vid kollisionen hejdas bilen betydligt mot plattstålen och vrider samtidigt bakändan åt vänster. När bilen tagit sig över de deformerade plattstålen passerar den igenom skärmen och stannar omedelbart bakom den. Ett par sektioner av skärmen lossnar. Den ena sektionen kanar drygt fem meter innan den faller och den andra faller delvis över bilen, dock bara med marginella plåtskador som följd. Den del av skärmen som bilen träffar slås i bitar som flyger i väg i framåt (från bilen räknat). Plankbitarna flyger relativt långt, den mest avlägsna biten hittas nästan 50 m bort.

Ingångshastighet	70,3 km/h
Ingångsvinkel	20°
Bil	Ford Fiesta
Påkörningspunkt (räknat från den främsta vertikala regeln)	7,6 m
Fordonets position efter prov (räknat från den främsta vertikala regeln)	3,8 m (vänster bakhörn invid planklinjen)
Avstånd till mest avlägsna större del (räknat från påkörningspunkt)	41 m bort i längdriktningen och 30,6 m bort vinkelrätt från planket. (Klass A enligt EN 1794-2:2003 annex B)
Dominerande skador på fordonet efter prov	fronten intryckt intill hjulhusen, motorhuven bucklig men kupén intakt. Mindre slagmärken efter islag med virket vid ovankanten på vindrutan
Skador på bullerskärmen efter prov	7m, eller tre sektioner, helt bortrivna



Figur 8 Schematisk bild över bilens rörelse under provet (från mörkgrön till gul).



Figur 9 Uppställning inför prov 1. Observera att dragvajern släpper från bilen strax innan den träffar bullerskärmen.



Figur 10 Bilen invid bullerskärmen före kollisionen.



Figur 11 Under kollisionen. Observera mängden plankor i luften.

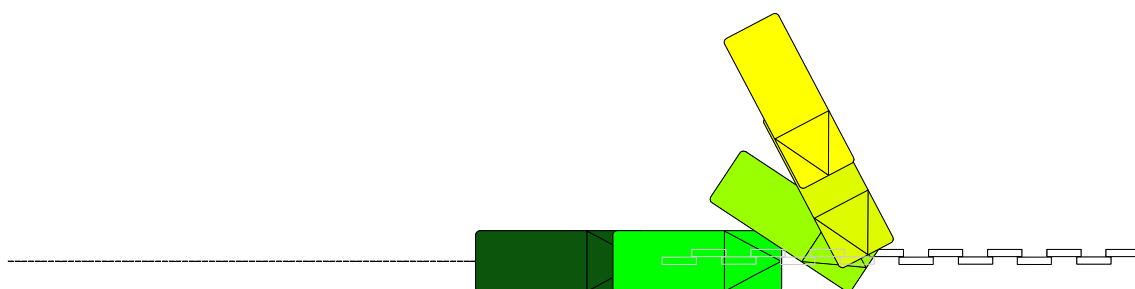


Figur 12 Efter kollisionen. Bilen är måttligt skadad. Med största sannolikhet är det infästningen mot marken som har tryckt in fronten.

4.1.2 Prov 2

Bilen träffar änden på skärmen centralt och fortsätter i princip rakt fram genom skärmen tills bilen retarderat så kraftigt att den inte förmår splittra skärmen ytterligare, varpå bilen vrider över bakändan åt vänster och backar ifrån skärmen snett bakåt åt vänster. Samtliga plankor som lossnar från planket flyger uppåt/framåt i en solfjäderformad plym och den mest avlägsna delen hamnar 32 m bort.

Ingångshastighet	100,6 km/h
Ingångsvinkel	0°
Bil	Ford Fiesta
Påkörningspunkt (räknat från den bakersta vertikala regeln)	0 m
Fordonets position efter prov (räknat från påkörningspunkten)	4,0 m framför påkörningspunkt och 1,48 m vinkelrätt ut från planket i riktning mot "körbanan"
Avstånd till mest avlägsna större del (räknat från påkörningspunkten)	31,8 m bort i längdriktningen och 7,9 m bort vinkelrätt från planket. (Klass A enligt EN 1794-2:2003 annex B)
Dominerande skador på fordonet efter prov	Hela fronten är intryckt, motorhuven ordentligt bucklig. Framrutan är sprucken i småbitar som dock hålls samman av lamineringen. Kupén är i övrigt intakt.
Skador på bullerskärmen efter provet	5,6 m helt bortrivna



Figur 13 Schematisk bild över bilens rörelse under provet (från mörkgrön till gul).



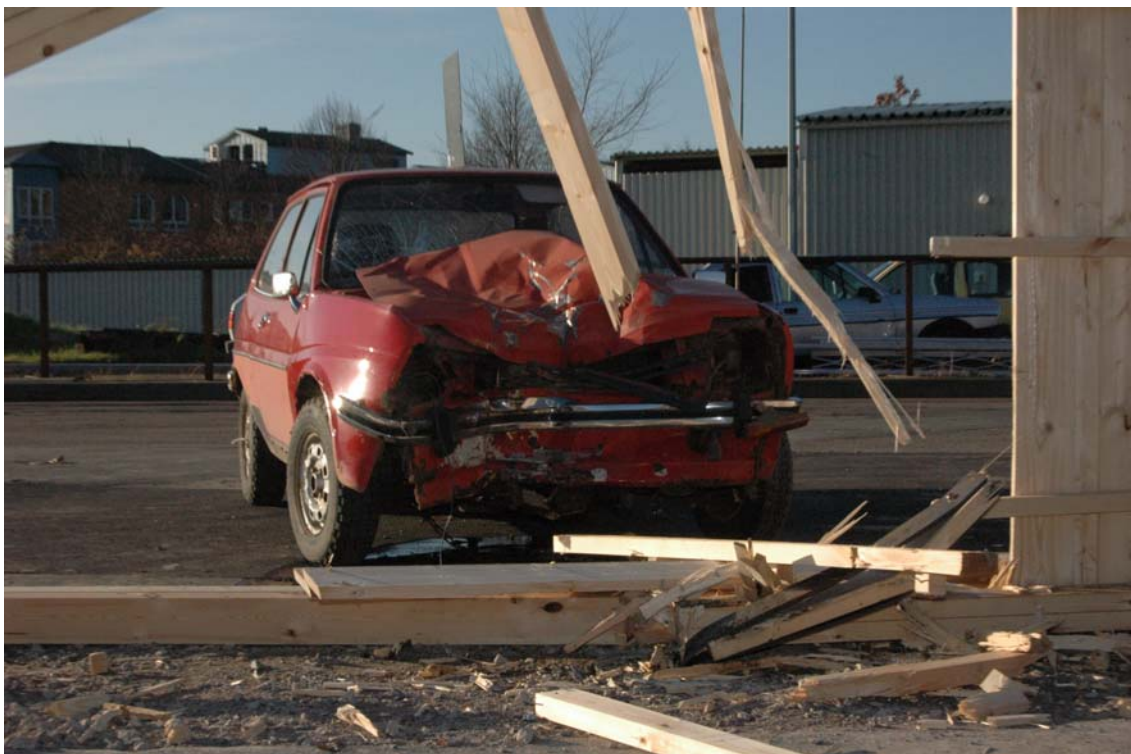
Figur 14 Prov 2 före kollision.



Figur 15 När det regnar virke från himlen har den fattige ingen spik. Skämt åsido, vanligtvis accepteras inte kringflygande större delar av vägutrustning.



Figur 16 Prov 2 efter kollision. Observera att den överliggande regelkonstruktionen hänger kvar och inte splittrats på det sätt som själva planket gjort.

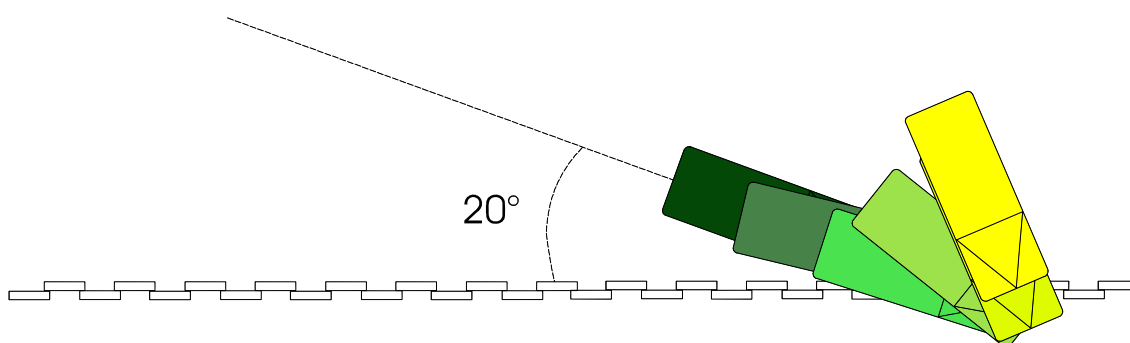


Figur 17 Prov 2 efter kollision, bilen sedd framifrån.

4.1.3 Prov 3

Detta prov är i grunden detsamma som i prov 1 men bullerskärmen är ordentligt uppstapad i längsled samt, till följd av de båda tidigare påkörningarna, väsentligt kortare. Även i detta fall träffar alltså bilen planket i 20° vinkel och är centrerad mot plattstålen i ett fundament. Vid kollisionen hejdas bilen betydligt mot fundamentet och vrider samtidigt bakändan åt vänster. Så långt betar sig bilen likadant som i prov 1 men bilen kommer aldrig över fundamentet utan fortsätter vridningen runt det samtidigt som högersidans hjul lättar från marken så att bilen lutar i ca 30° vinkel. Bilen drar sig sedan något bakåt och faller ner på alla fyra hjulen igen varefter den slutgiltigt stannar. Plankbitarna hamnar på båda sidor om planket och den mest avlägsna delen hamnar 9 m bort vilket är avsevärt kortare än i prov 1. Bullerskärmen är bara fyra sektioner lång i detta prov så det möjligt att bullerskärmen blivit väl styv jämfört med vad en normalt monterad, men mycket lång skärm hade varit.

Ingångshastighet	70,2 km/h
Ingångsvinkel	20°
Bil	Nissan Micra
Påkörningspunkt (räknat från den bakersta vertikala plankan)	2,0 m
Fordonets position efter prov (räknat från den bakersta vertikala regeln)	6 m (höger front över planklinjen)
Avstånd till mest avlägsna större del (räknat från påkörningspunkt)	6,9 m bort i längdriktningen och 6,8 m bort vinkelrätt från planket. (Klass A enligt EN 1794-2:2003 annex B)
Dominerande skador på fordonet efter prov	Det är framförallt höger front som är skadad även om motorhuven delvis lossnat. Uppe i högra hörnet på vindrutan är rutan krossad med långa sprickor som går över väsentliga delar av rutan. Rutan hålls dock samman av lamineringen.
Skador på bullerskärmen efter prov	5,15 m, eller tre sektioner, helt bortrivna



Figur 18 Schematisk bild över bilens rörelse under provet (från mörkgrön till gul).



Figur 19 Den, i längsled kraftigt förstärkta bullerskärmen, inför prov 3. Övriga förutsättningar är samma som i det första provet.



Figur 20 Detaljbilder på förstärkningen i längsled inför prov 3. Observera att förstärkningen inte kommer att träffa bilen utan bara styvar upp planket i längsled.



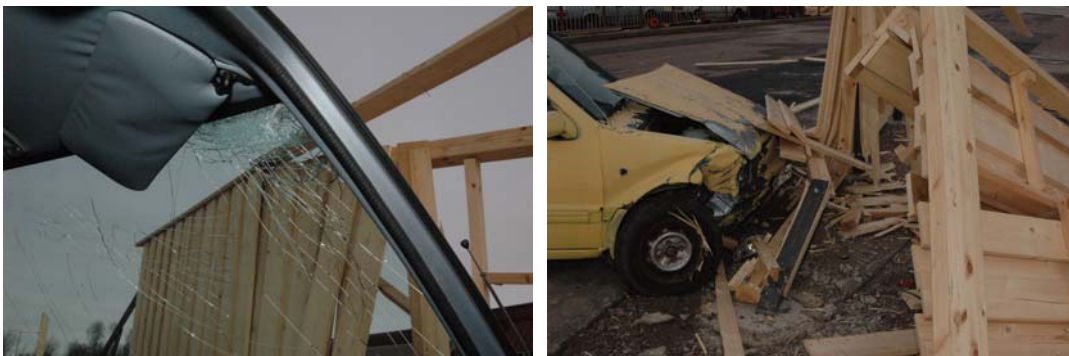
Figur 21 Prov 3 under kollision.



Figur 22 Prov 3 efter kollision. Notera att fordonet inte åker igenom planket utan blir kvar på vägsidan.



Figur 23 Ytterligare bilder efter kollisionen. Observera att planket är igenombrutet men att stagningen i längsled har fungerat, planket är helt i båda ändar.



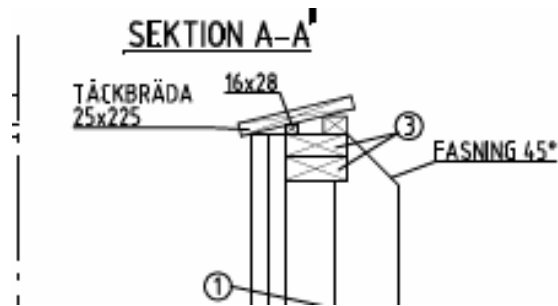
Figur 24 Detaljbilder av fordonet efter kollisionen.

5 Diskussion

Riskbedömningen av en bullerskärm delas lämpligen upp i två delar. I den ena delen betraktar vi riskerna för vägtrafikanter varav de åkande i den påkörande bilen är en del. I den andra delen tar vi hänsyn till området vid sidan av vägområdet (EN 1794-1 resp. -2). I detta fall är flera delar av EN 1317 inte tillämpliga för en bullerskärm. Detta gäller exempelvis kravet på att fordonet inte får bryta igenom räcket längsgående huvuddelar. Vägområdet måste alltså vara utformat för att klara en avåkning. I prov två och tre blev fordonet kvar på vägsidan av bullerskärmen vilket i sig skulle kunna innebära en risk men denna risk är inte större än vad som normalt accepteras för vägräcken. I EN 1317-2 finns också begränsningar för bilens rörelser på vägbanan under provet vilka kan användas även i detta fall. Liksom i samtliga EN 1317-provningar, har de redovisade försöken genomförts på plan mark. I fallet bullerskärmar är det dock viktigt att ha i åtanke att de inte sällan monteras på toppen av en inte tillräckligt hög bullervall, bakom ett dike etc. Träffbild, fordonsrörelser etc., kommer sannolikt inte att vara jämförbara med de som redovisats här om skärmen är monterad på en vall vars rygg är markerad ovanför vägbanan.

Eftersom de provade bilarna inte varit försedda med mätutrustning går det inte att avgöra om säkerheten för de åkande fyller normerna i EN 1317-2. Det förekom dock ingen kupéinträngning i något av fallen men retardationen mot fundamenten är påtaglig. Detta är alltså ett tydligt exempel på den "gråzon" som nämndes i kapitel 3.2. Om vi ändå bortser från att vi inte har gjort några mätningar utgör den provade bullerskärmen, såvitt vi kan bedöma, ingen uppenbar fara för påkörande bilister, förutsatt att de färdas i bilar med tak. I EN1317-2 kapitel 4.2 står dock "Större delar av vägräcket får inte helt slitas bort eller utgöra fara för annan trafik, fotgängare eller personer inom ett arbetsområde". EN 1794-2 är ännu snävare men avser egentligen en helt annan provmetod. Det är helt uppenbart att bullerskärmen faller helt utanför normen i detta avseende då det regnar plankbitar av olika storlekar på en stor yta runt kollisionen. Det är möjligt att bullerskärmen hade hållit ihop bättre om den hade skruvats på lämpligt sätt eller om spikar med högre friktion hade använts. Trä har dessutom en avsevärt lägre densitet än stål som ju är det gängse materialvalet för vägräcken. En träbit har alltså en större yta per viktsenhet och kan därför antas vara mindre benägen att penetrera exempelvis bilrutor. Dock kan plankor som faller med kortändan neråt få mycket kraft på själva träffytan. De kringflygande delarna kommer definitivt att utgöra ett hot för fotgängare, cyklister och motorcyklister i vägens närområde. Dessutom finns en risk att höga fordon (bussar, lastbilar etc.) får in den överliggande regelkonstruktionen genom vindrutan, in i förarhytten. En normal buss/lastbil är ca 3 m hög så att överliggaren på det 2,2 m höga planket träffar i höjd med föraren. Styvheten på den överliggaren relativt övriga delar kan anas i Figur 16. Höjden på planket kan varieras men är maximalt 2,2 m. I de fall där höjden är lägre kompenseras detta av planket är byggt ovanpå en vall eller motsvarande så att höjden ovanför vägbanan blir 2,2 m.

Ritningen på bullerskärmen är inte alldeles lätt att följa, det finns en klar risk att hobby-snickaren mera betraktar den som en skiss och inte alls följer den i detalj. En sådan omkonstruerad bullerskärm kan givetvis uppföra sig annorlunda vid påkörning. Detta kan avhjälpas med att bifoga en monteringsinstruktion liknande den som medföljer omonterade möbler.



Figur 25 Vy från sidan. Notera de båda obrutna, längsgående reglarna vi position 3. De är 45x120 mm och orsakar sannolikt stor skada om de tränger in i förarhytten.

Bakom bullerskärmen kan faran möjligen öka till följd av bullerskärmen tillkomst. En bullerskärm sätts upp för att dämpa buller och kan, i dess nuvarande utformning, inte ersätta ett vägräcke. Även om detta är uppenbart för var och en i "branschen" finns det en uppenbar risk att människor som befinner sig bakom skärmen upplever den inte bara som ett skydd mot buller, utan också som ett skydd mot trafiken. Det är alltså viktigt att vägens närområde förblir en del av vägområdet snarare än att det börjar användas som en förlängning av villatomten eftersom det blivit lugnt och behagligt. I många fall sätts dessutom bullerskärmen vid tomtgräns alldeles intill vägen. Detta är kanske mest typiskt för vägar med hastighetsbegränsningen 50 km/h. I denna provserie är 70 km/h den lägsta hastigheten men vid 50 km/h finns bara hälften så mycket energi. Det är alltså troligt att det vid 50 km/h är betydligt färre lösa plankdelar, och att dessa inte kommer så långt samt att bilen stannar snabbare. Vår bedömning är att det i vissa trafikmiljöer sannolikt är ett vägräcke i kombination med en bullerskärm eller ett kombinerat bullerskärräcke som behövs. Sannolikt finns det också vägvägnitt där det inte finns något behov av vägräcke fram till dess att en bullerskärm sätts upp, varvid behovet av vägräcke snart uppstår till följd av människors ändrade vanor bakom skärmen.

5.1 Utvärdering av provmetoden

En del av tveksamheten i detta prov hade kunnat undvikas om vi hade haft mätning i bilen. Om provmetoden skall användas till att jämföra bullerskärmar där olika alternativ vägs mot varandra är det än mer viktigt att veta vilka risker de åkande faktiskt utsätts för. EN 1794-1:2003 anger att EN 1317 skall användas vid skaderiskbedömningen:

Skaderiskklasser EN 1317-2

Skaderiskklass	Indexvärden		
A	ASI 1,0	och	THIV 33 km/h
B	ASI 1,4		PHD 20 g
<p>ANM 1 – Skaderiskklass A ger en högre säkerhetsnivå för förare och passagerare i ett påkörande fordon än nivå B och är att föredra om övriga egenskaper är likvärdiga.</p> <p>ANM 2 – Vid speciellt farliga ställen där den primära uppgiften är att stoppa ett påkörande fordon (som tunga lastbilar), kan ett vägräcke utan specifik skaderiskklass behöva godkännas och monteras. Värdena från provningen skall dock noteras i provningsrapporten.</p>			

Prov två finns ju inte i EN 1317 utan tankarna är hämtade från EN 12767. Där accepteras ett högre THIV vid påkörning rakt framifrån enligt följande:

Skaderiskklasser EN 12767 (OBS del av tabell)

Säkerhetsnivå för passagerare	Obligatoriskt prov i låg fart		Hastighetsklassprov	
	Maxvärden		Maxvärden	
	ASI	THIV [km/h]	ASI	THIV [km/h]
1	1,0	27	1,4	44
2	1,0	27	1,2	33
3	1,0	27	1,0	27

Eftersom EN 1794 inte riktigt är anpassad för den här typen av provning är det väsentligt att sätta upp kriterier för bilens position och skärmens uppförande under provet om bullerskärmar skall utvärderas mera generaliserat. I enlighet med klassningar baserat på räckets utböjning är det sannolikt lämpligt att dela in resultatet, om kringflygande delar passerar en tänkt linje parallell med bullerskärmen, i olika nivåer baserat på klass B och C (se kapitel 3.2). Klassningen bör ta hänsyn även till det dynamiska förloppet eftersom det är fullt möjligt att fordonet åker bort från bullerskärmen för att sedan vrida tillbaka in mot den. I de redovisade proven användes endast lätta bilar. En tyngre bil kan komma in betydligt längre bakom bullerskärmen. Ett enklare system som är billigt att utvärdera är att använda sig av den praxis som används vid arbete på väg som innebär att skyddszonens längd är lika med halva hastigheten i meter plus 10 m (se nedanstående tabell). I detta fall är det dock snarare bredden än längden som är intressant.

Längd på skyddszonen

Hastighet (km/h)	30	50	70	90	110
Zonlängd (m)	25	35	45	55	65

I detta fall har vi alltså provat med 70 km/h och förflyttningen i sidled för plankdelarna är enligt kapitel 4; 31, 8 respektive 7 m vilket alltså skulle vara godkända resultat. Problemet med denna mätmetod är snarare att det sällan är så långt som 35 m mellan bullerskärm och tomtgräns/uteplats.

Det är också viktigt att komma ihåg att vi enbart provat med centrum på bilen centrerat mot ett markfäste. Under vissa betingelser (hörn, brant vinkel, etc) finns risken att fordonet kan "smita" helt emellan markfästena. Då den provade bullerskärmen i övrigt kan antas ha en marginell bromsande effekt kommer framförallt fordonet, men även plankdelarna, att hamna betydligt längre bakom bullerskärmen i det fallet.

5.2 Vad händer i andra hastigheter?

Det säkraste sättet att ta reda på vad som händer om hastigheten ändras är naturligtvis att prova. Om hastigheten ökas torde provning vara det enda lämpliga alternativet eftersom det är svårt att bedöma/beräkna vad som händer. I praktiken blir den nödvändiga säkerhetsmarginalen så stor att beräkningen blir ointressant. Om hastigheten sänks ökar

möjligheterna till rimliga skattningar. Om vi betraktar kollisionen som en "stöt" i mekanisk mening kommer de utslungade delarna att få en hastighet som maximalt är lika stor som bilens påkörningshastighet. Om vi dessutom antar att plankorna kommer att lossa och påbörja sin flygtur på samma höjd ovan marken oavsett hastighet kommer plankorna att ha samma "flygtid" men eftersom den tillförda energin är lägre kommer de att flyga en kortare sträcka. Det är sannolikt att plankorna kommer att lossa längre ned vid lägre fart så detta är att betrakta som ett "worst case" resonemang. Flygsträckan kan nu beräknas som $v \cdot t$. Eftersom vi har antagit att t är konstant kommer flygsträckan s att vara proportionell med hastigheten så att:

$$\frac{S_{\text{hög fart}}}{V_{\text{hög fart}}} = \frac{S_{\text{låg fart}}}{V_{\text{låg fart}}}$$

vilket ger att den förväntade flygsträckan blir:

$$S_{\text{låg fart}} = \frac{S_{\text{hög fart}} \cdot V_{\text{låg fart}}}{V_{\text{hög fart}}}$$

Givetvis kommer aldrig plankdelarna att anta maximal teoretisk hastighet men det har ingen betydelse; proportionalitetsresonemanget stämmer sannolikt ganska bra ändå om vi ser det som en maxgräns. I praktiken kan det hända att bullerskärmen inte alls splittas i den lägre farten vilket naturligtvis inte kommer att synas i beräkningen. Om vi gör beräkningen för 50 km/h för de utförda proven blir resultatet:

Beräknade värden sidolägen vid 50 km/h:

Provresultat			Beräknade resultat	
V prov	S prov längdled	S prov sidled	S 50 km/h längdled	S 50 km/h sidled
70.3	41.0	30.6	29	22
100.6	31.8	7.9	16	4
70.2	6.9	6.8	5	5

Sammanfattningsvis kan vi alltså säga att om metoden skall användas för att prova bullerskärmar på samma sätt som vägräckan så bör följande punkter beaktas:

- Mätning i fordonen ger en säkrare utvärdering
- Någon form av gränser för fordonets rörelse och flygande tunga delar behövs. Alternativt kan provning enligt EN 1794-2 utföras.
- Att montera skärmen på en plats med lägre hastighet än den provade går sannolikt att klara med beräkningar. Skyddsområdet kommer dock att bli större än vad som troligen behövs.

Referenser

SIS SVENSK STANDARD SS-EN 1317-1 Road restraint systems – Part 1: Terminology and general criteria for test methods, 1998.

SIS SVENSK STANDARD SS-EN 1317-2 Road restraint systems – Part 2: Performance classes, impact test acceptance criteria and test methods for safety barriers, 1998.

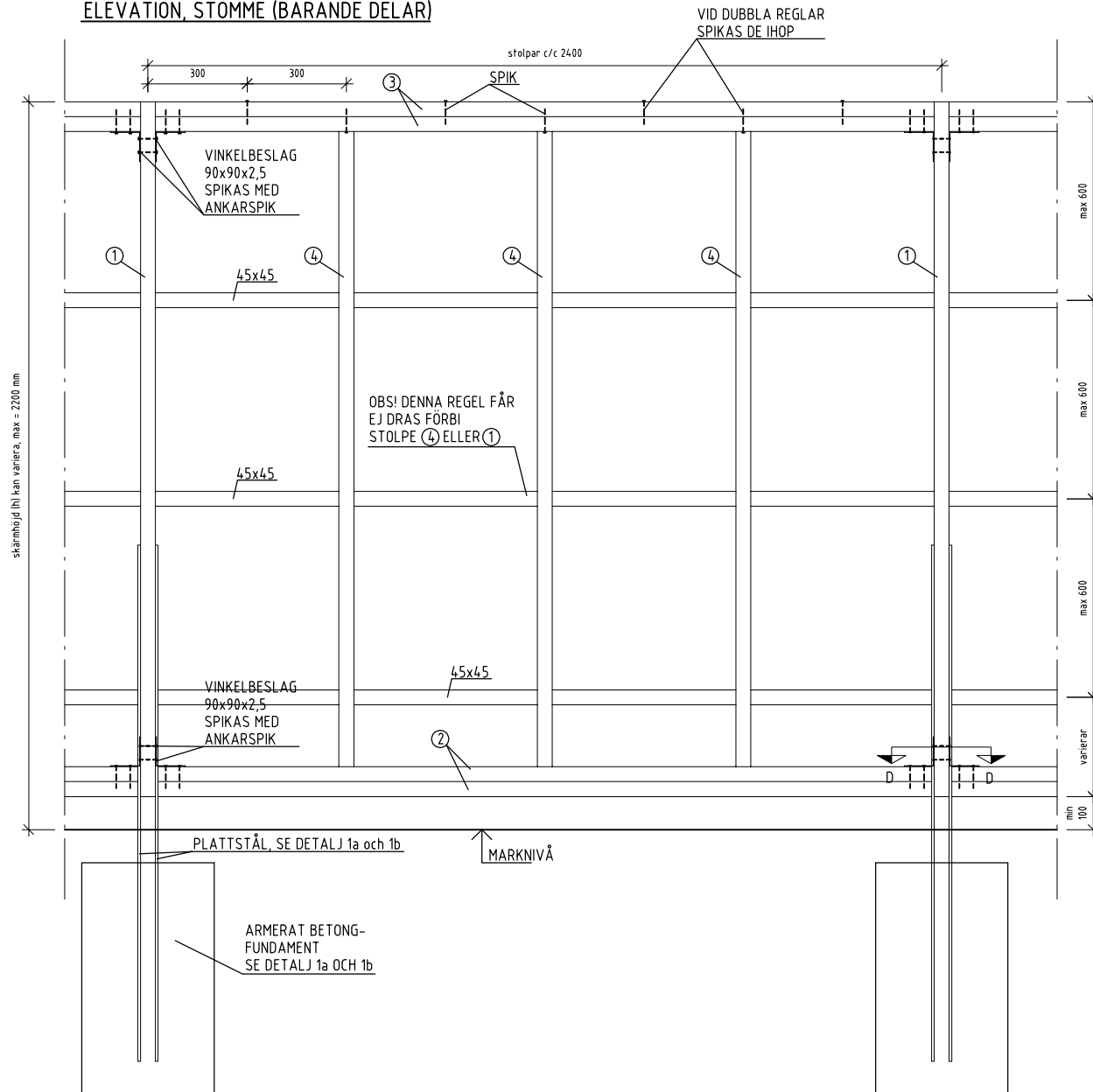
SIS SVENSK STANDARD SS-EN 1317-3 Road restraint systems – Part 3: Crash cushions – Performance classes, impact test acceptance criteria and test methods, 2003.

SIS SVENSK STANDARD SS-EN 12767 Passive safety of support structures for road equipment – Requirements and test methods, 2000.

SIS SVENSK STANDARD SS-EN 1794-1 Road traffic noise reducing devices – Non-acoustic performance – Part 1: Mechanical performance and stability requirements, 2003.

SIS SVENSK STANDARD SS-EN 1794-2 Road traffic noise reducing devices – Non-acoustic performance – Part 2: General safety and environmental requirements, 2003.

ELEVATION, STOMME (BÄRANDE DELAR)



ANMÄRKNINGAR OCH ALLMÄNNA ANVISNINGAR
Alla mått anges i mm där annat ej anges.

Stomme (bärande delar)
Se tabell 1 för dimensioner, beroende på vald skärhöjd.

Stål
Plattstål: varmfözinkat.
Hål för bultar ska vara förborrade.

Armering
B500. Täckande betongskikt = 50 mm.

Betong
Btg II STD C30/37.

Trä
Träckvalitet = K12, där ej annat anges.
Allt virke ska vara hyvlat, dock inte lockpanel och täckbräda som ska vara finsågat.
Allt virke ska vara oimpregnerat.

DIMENSIONERINGSFÖRUTSÄTTNINGAR
Norm: BSV 97.

Vindlast: $W_k = 1,45 \text{ kN/m}^2$
Terrängtyp: II (öppet landskap med små hinder, tex kuperade slättlandskap med spridda träd och enstaka grupper av byggnader)
Lera: cuk = 12 kPa ("standardlera")
Friktionsjord: $\alpha = 30^\circ$ ("medelbra friktionsjord")

Friktionsjord = tex sand, grus och liknande.

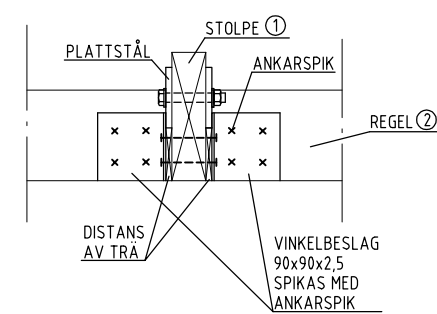
Om förutsättningarna på platsen väsentligt avviker från ovanstående, tex gytt jig mark, eller placering vid kusten, bör konstruktör kontakta för omdimensionering.

ANMÄRKNINGAR OCH ALLMÄNNA ANVISNINGAR

Cementspånskiva
Ska vara skiva avsedd för utomhusbruk, med lägsta densitet 15 kg/m². Monteras med rostfri skruv i översta hål.
Självbörande och hållförstärkande skruv rekommenderas.

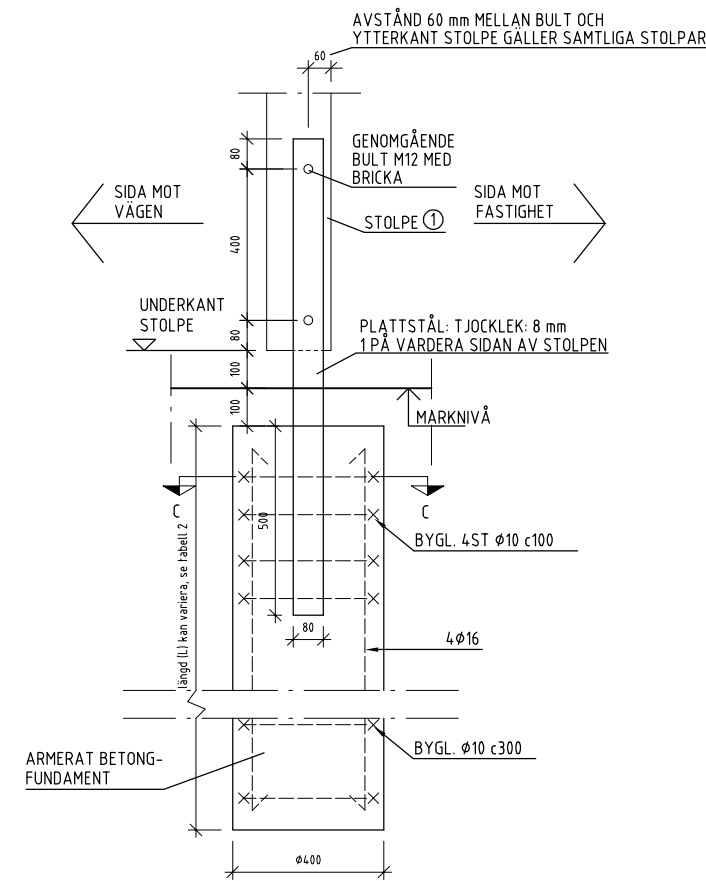
HORISONTELL SEKTION D-D

INFÄSTNING AV VINKELBESLAG VID PLATTSTÅL
OBS! SKALA: 1:5 (A1), 1:10 (A3)

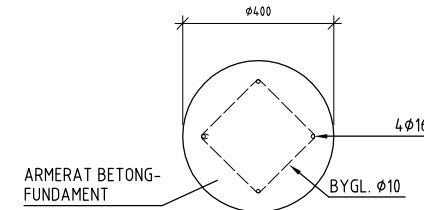


DETALJ 1a, PLATTSTÅL OCH FUNDAMENT

SKÄRMHÖJD: max 1,5 m

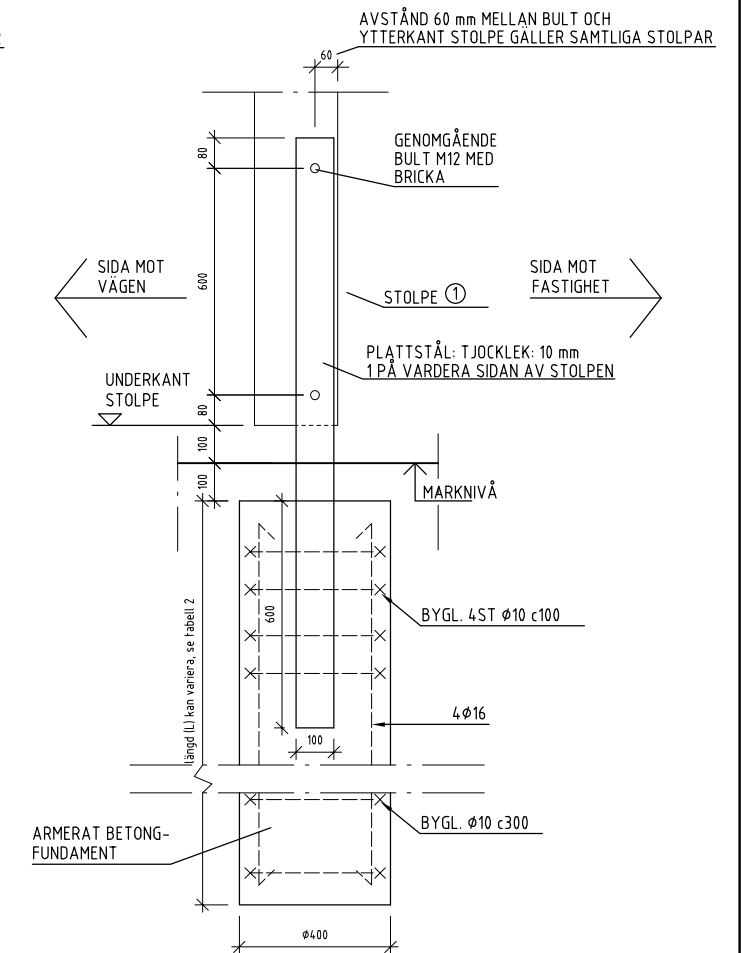


HORISONTELL SEKTION C-C



DETALJ 1b, PLATTSTÅL OCH FUNDAMENT

SKÄRMHÖJD: 1,5 - 2,2 m



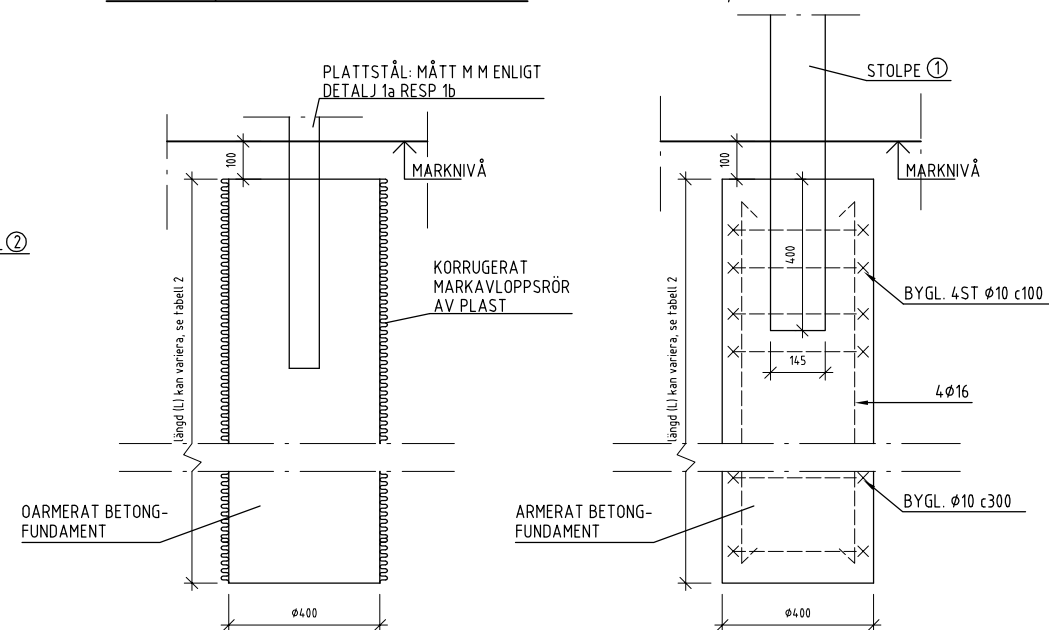
TABELL 1, STOMME (BÄRANDE DELAR)

STOLPE / REGEL	SKÄRMHÖJD (h) <1,5 m	SKÄRMHÖJD (h) 1,5 - 2,2 m
①	med plattstål: 45x170, K18 utan plattstål (stolpe nedgjuten): 2st 45x145, K24	med plattstål: 45x220, K24
②	2st 45x120 spikas ihop	2st 45x120 spikas ihop
③	45x145	2st 45x120
④	45x70	45x95

TABELL 2, FUNDAMENTLÄNGD

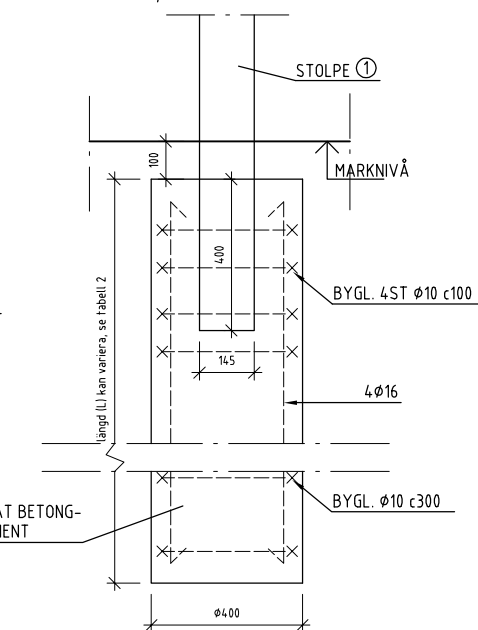
Skärhöjd	Markmaterial Friktionsmaterial	Markmaterial Lera
<1,5 m	L = 1100 mm	L = 1900 mm
1,5-2,2 m	L = 1300 mm	L = 2700 mm

DETALJ 1d, FUNDAMENT AV AVLOPPSRÖR



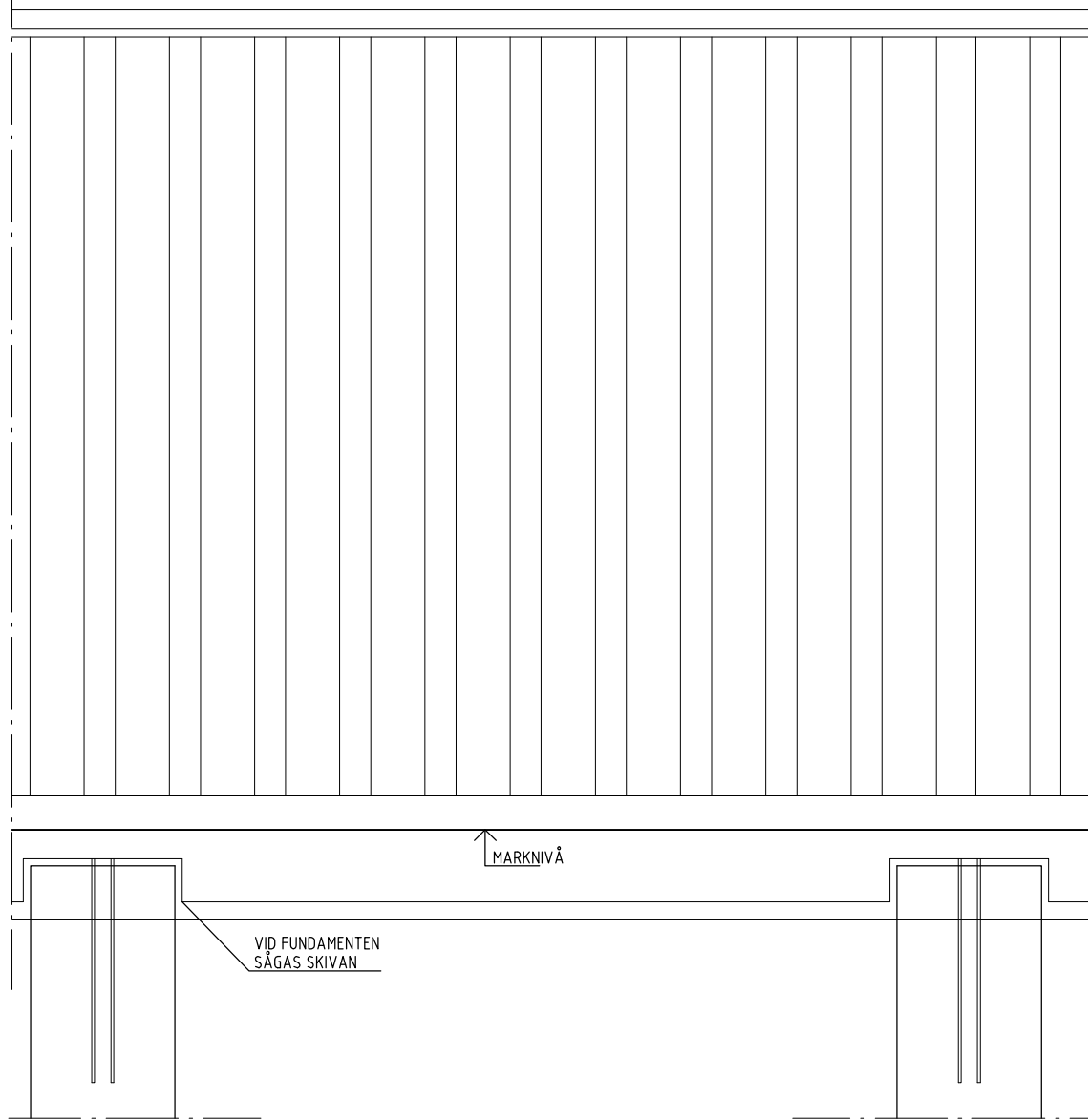
DETALJ 1c, STOLPE NEDGJUTEN I FUNDAMENT

SKÄRMHÖJD: max 1,5 m

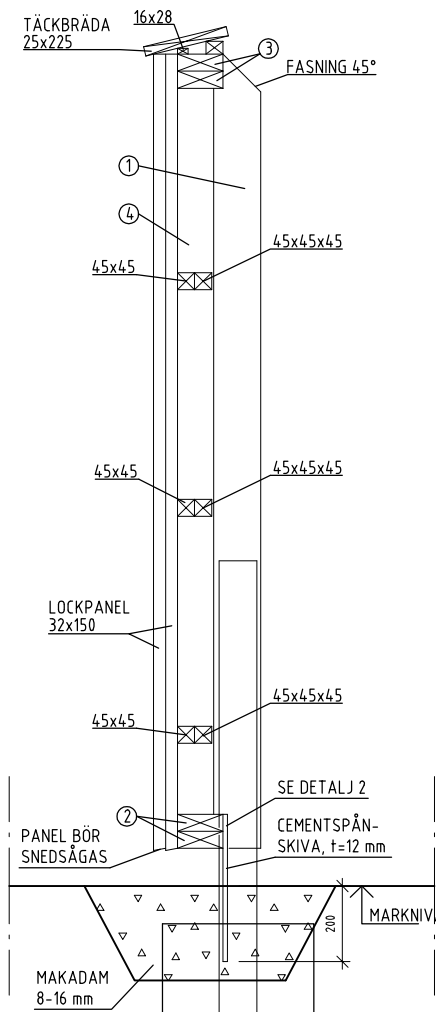


REV	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	ÖSKÄND	DATUM
BYGGHANDLING		PRELIMINÄR HANDLING 2003-12-22		
Region Väst				
405 33 GÖTEBORG TEL 031-63 50 00, FAX 031-63 50 72				
GF Rönneby AB Gårdsvägen 2 Box 6066				
402 22 GÖTEBORG Tel: 031 - 836 80 00				
WWW.GFKONSTBYTT.SI Fax: 031 - 836 98 06				
KONSTR	GRANSK	KONSTBYGGNADSR	FORMAT	SKALA
MB, PG, CD			A1	1:10 (där ej annat anges)
GÖTEBORG	2003-	OBJEKT NR	RITNINGSR	REV
		XXX		0 00 M 00 01

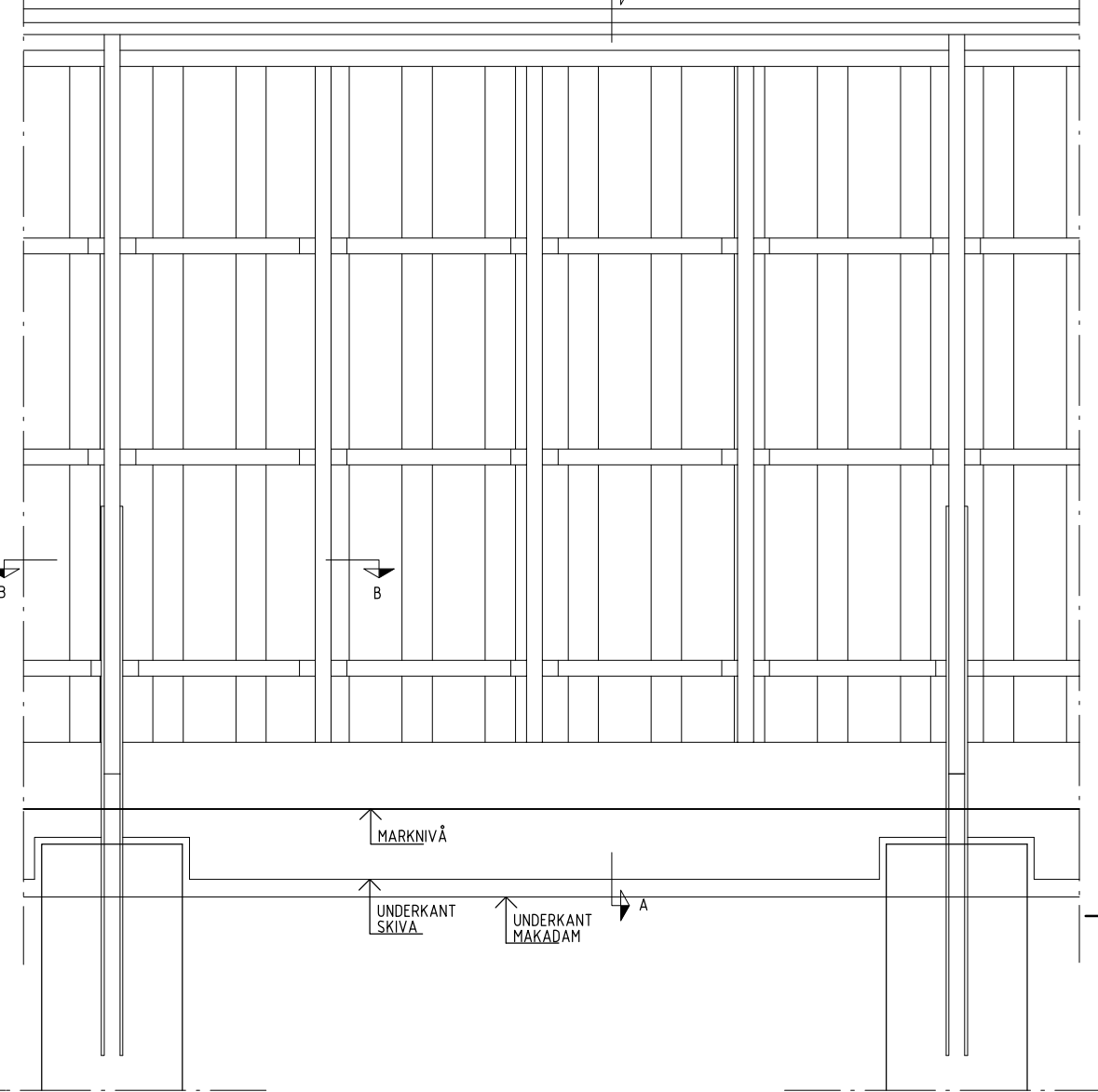
ELEVATION, SIDA MOT VÄGEN



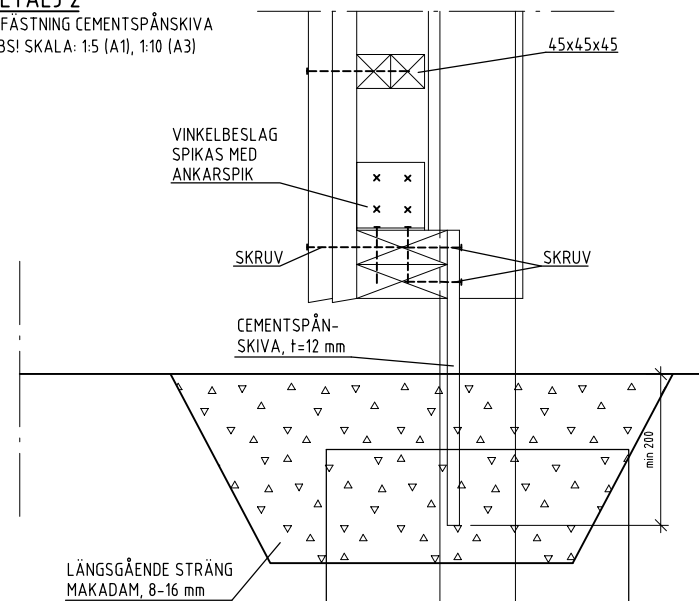
SEKTION A-A



ELEVATION, SIDA MOT FASTIGHETERNA



DETALJ 2
INFÄSTNING CEMENTSPÅNSKIVA
OBS! SKALA: 1:5 (A1), 1:10 (A3)

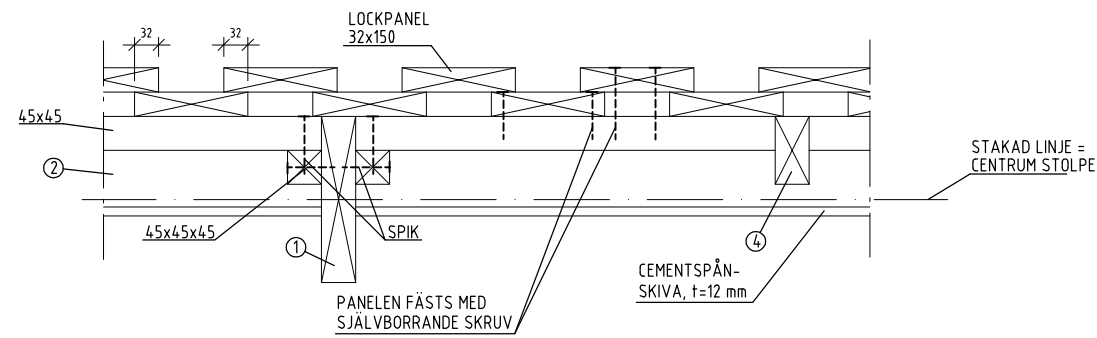


ANMÄRKNINGAR OCH ALLMÄNNA ANVISNINGAR
Alla mått anges i mm där annat ej anges.

I övrigt, se ritning 0 00 M 00 01.

SEKTION B-B

OBS! SKALA: 1:5 (A1), 1:10 (A3)



REV	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	EGOKÄND	DATUM
BYGGHANDLING		PRELIMINÄR HANDLING 2003-12-22		
 Region Väst 405 33 GÖTEBORG TEL 031-63 50 00, FAX 031-63 50 72		EFTERGIVLIGA BULLERSKÄRMAR		
 GF Rönstet AB Gårdevägen 2 Box 6066 402 22 Göttebores Tel: 031 - 836 80 00 WWW.GFKONSTTR.SI Fax: 031 - 836 98 66		LOCKPANEL, ICKE BÄRANDE DELAR TYPRITNING		
KONSTR MB, PG, CD GÖTEBORG	GRANK 2003-	KONSTBYGGNADNR OBJKT NR	FORMAT A1 RITNINGSR	SKALA 1:10 (där ej annat anges) REV
		XXX		0 00 M 00 02

VTI är ett oberoende och internationellt framstående forskningsinstitut som arbetar med forskning och utveckling inom transportsektorn. Vi arbetar med samtliga trafikslag och kärnkompetensen finns inom områdena säkerhet, ekonomi, miljö, trafik- och transportanalys, beteende och samspel mellan människa-fordon-transportsystem samt inom vägkonstruktion, drift och underhåll. VTI är världsledande inom ett flertal områden, till exempel simulatorteknik. VTI har tjänster som sträcker sig från förstudier, oberoende kvalificerade utredningar och expertutlåtanden till projektledning samt forskning och utveckling. Vår tekniska utrustning består bland annat av körsimulatorer för väg- och järnvägstrafik, väglaboratorium, däckprovsningsanläggning, krockbanor och mycket mer. Vi kan även erbjuda ett brett utbud av kurser och seminarier inom transportområdet.

VTI is an independent, internationally outstanding research institute which is engaged on research and development in the transport sector. Our work covers all modes, and our core competence is in the fields of safety, economy, environment, traffic and transport analysis, behaviour and the man-vehicle-transport system interaction, and in road design, operation and maintenance. VTI is a world leader in several areas, for instance in simulator technology. VTI provides services ranging from preliminary studies, highlevel independent investigations and expert statements to project management, research and development. Our technical equipment includes driving simulators for road and rail traffic, a road laboratory, a tyre testing facility, crash tracks and a lot more. We can also offer a broad selection of courses and seminars in the field of transport.



HUVUDKONTOR/HEAD OFFICE

LINKÖPING

POST/MAIL SE-581 95 LINKÖPING

TEL +46 (0)13 20 40 00

www.vti.se

BORLÄNGE

POST/MAIL BOX 760

SE-781 27 BORLÄNGE

TEL +46 (0)243 446 860

STOCKHOLM

POST/MAIL BOX 6056

SE-171 06 SOLNA

TEL +46 (0)8 555 77 020

GÖTEBORG

POST/MAIL BOX 8077

SE-402 78 GÖTEBORG

TEL +46 (0)31 750 26 00