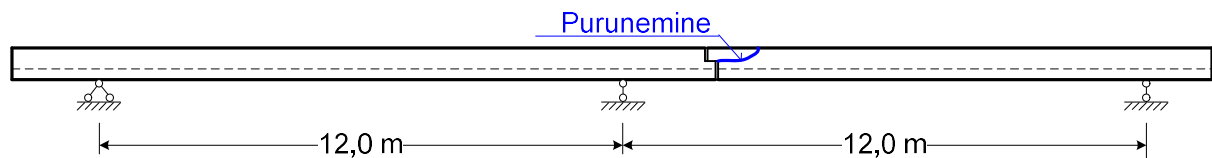


## Ehitusvea kaart nr 9

Ehitusvea nimetus:

**Raudbetoontala sisselõikega toesõlme vigane armeering****1. Vea kirjeldus**

Ühe nõukogude ajal ehitatud kaupluse raudbetoonpaneelidest ja -taladest lagi varises umbes pärast 17-aastast hoone eksploatatsiooni. Üks tala toetus ruumi pikkuses välisseinale ja umbes ruumi keskel asuvale postile, ulatudes konsooliselt sellest üle. Teine tala toetus sellesama konsooli otsale ja teise otsaga samuti välisseinale (vaata joonis 1). Õõnespaneelid toetusid talade „lõugadele“.

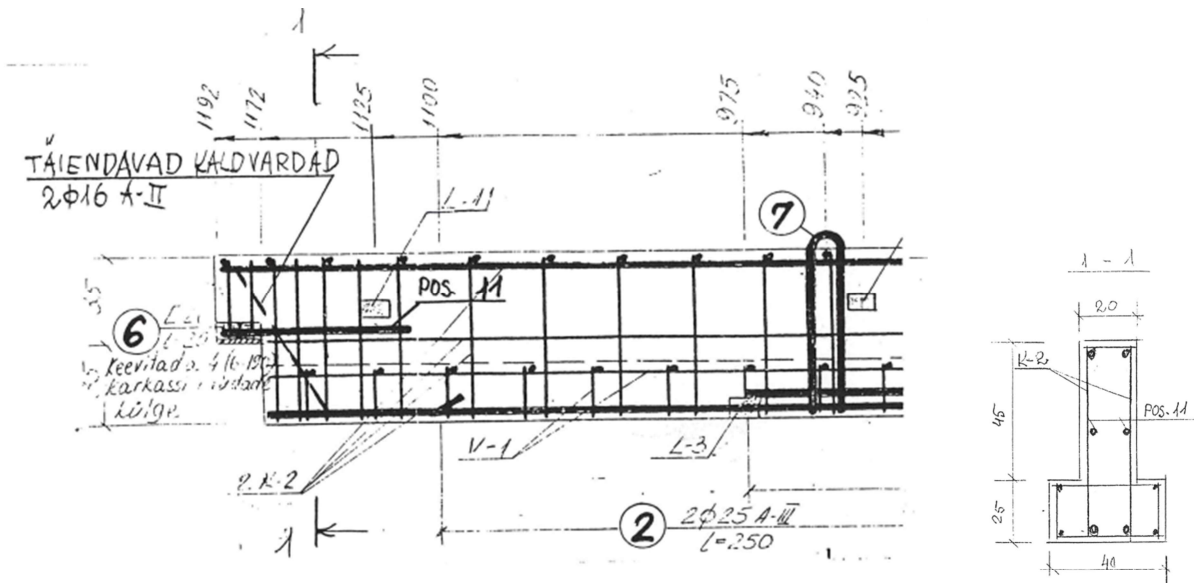
**Joonis 1.** Raudbetoontalastiku arvutuskeem

Avariijärgne purunenud ja varisenud tala on näidatud joonisel 2.

**Joonis 2.** Raudbetoontala purunemine toe piirkonnas praktiliselt olematu põiksarrustuse tõttu

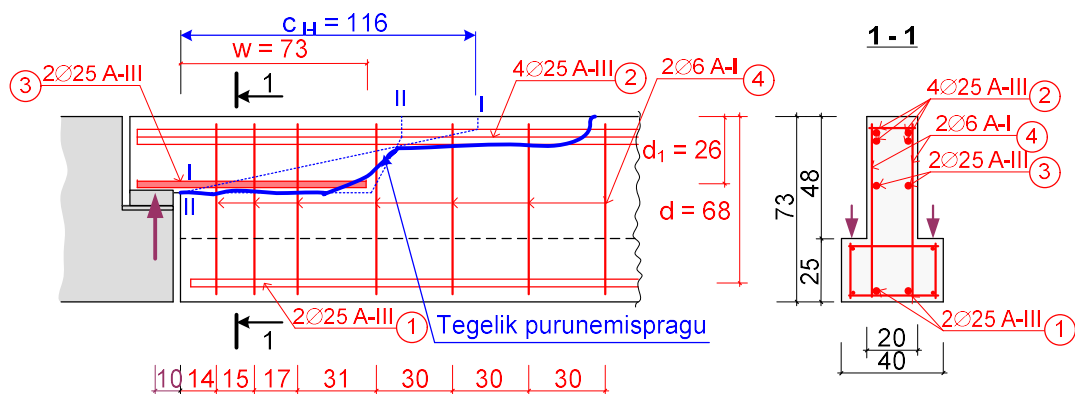
Ehitusvigade andmebaas

Avarii põhjustanud toesõlme projektlahendus on esitatud joonisel 3.



**Joonis 3.** Raudbetootala purunenud toepiirkonna projektlahendus. (Joonisele on kantud ka ainult ehitustööde päevikus näidatud täiendavad kaldvardad.)

Joonisel 4 on näidatud avariijärgsel ülevaatusel fikseeritud tegelik armeerimispiit. Tala purunes tugikonsooli sisenurgast algavas kaldlõikes. Tala projekteerimise ajal kehtinud SNiP-normide järgi kontrolliti ohtlike kaldlõigete tugevust, seda nii põikjõukindluse kui ka painmomendikindluse järgi. Joonisel 4 on näidatud arvutuslikult ohtlike kaldlõigete paiknemine ning ka tegeliku purunemisprao kulgemine.



Mõõdud sentimeetrites

**Joonis 4.** Raudbetootala purunenud toepiirkonna tegelik armeerimine, arvutuslikult ohtlikud kaldlõiked ja tegelik purunemispragu.

Reaalse armatuuriga (täiendavaid kaldvardaid polnud ning range oli vähem ja toekonsooli kasuskõrgus oli väiksem võrreldes projektlahendusega) tala kontrollarvutus näitas, et ohtliku kaldlöike (I-I joonisel 4) põikjõukindlus oli 1,3 korda väiksem vajalikust ja ohtliku kaldlöike (II-II) paindemomendikindlus üle kahe korra väiksem vajalikust. Tala purunemise põhjustaski toepiirkonna paindemomendivastupanu raugemine mittepiisava põikarmatuuri tõttu. Projekteerija poolt ette nähtud täiendavate rangide olemasolu oleks taganud toe põikjõukindluse. Paindemomendikindlus oleks olnud tagatud juhul, kui rangide kaldenurk pikiarmaatuuri suhtes  $\alpha$  oleks olnud vähemalt  $60^\circ$  või rohkem.

Kaldlöike paindepurunemine saab toimuda vaid pärast kaldprao tekkimist. Kaldprao tekkimine sõltub peamiselt betooni tõmbetugevusest. Suhteliselt nõrga põikarmatuuri korral võib kaldpragu esilekutsuv koormus olla suurem kui pärast prao teket armatuuri poolt vastuvõetav koormus. Nii antud juhul ka oli ja see seletab seda, miks tala varises pärast pikaajalist kasutuses olemist. Mis oli selleks betooni tõmbevastupanu raugemise ajendiks, tagantjärele määrata polnud võimalik. Igal juhul tuli ja tuleb tala kaldlöike paindekandevõime määramisel lähtuda tugevusest, mille määrab kaldlöiget läbiva armatuuri poolt vastuvõetav paindemoment pärast kaldprao teket, mitte aga kaldprao tekkimist vältivast tugevusest.

## 2. Avarii tekkimise protseduurilised põhjused

Sisuliselt oli tegemist kõigi osapoolte mitteprofessionaalse tegevusega. Projekteerija esmane toesõlme lahendus oli vigane ning seda parandati autorijärelevalve korras eskiisiga ehitustööde päevikus. Ehitaja seda olulist ettekirjutust ei täitnud ning lisaks sellele tala toepiirkonna armeerimine tehti ebatäpselt veaga tagavara kahjuks. Ehitamisaegne ehitustehnilise järelevalve korraldus oli nõrk ja antud avarii uurimisel selle rolli kuskil ei käsitletudki.

## 3. Vea kõrvaldamine

Hoone lammutati ja ehitati uus kombineeritud, betoonist ja terasest, karkassiga kauplusehoone.

## 4. Hea ehitustava kohane lahendus

Käesolevalt oleks tulnud tala toepiirkond armeerida suurema intensiivsusega rangidega ja sisselõike alguses piisava ristõikega kulgevate püst- või kaldvarrastega, Oluline on ka konsoolilt lähtuvate pikivarraste ankurdus toel ja üleulatus toe servast ava keskosa poole (pikkus w joonisel 4).

## Muud märkused

Käesoleval ajal toimub sisselõikega toepiirkonna tugevuskontroll varrasmudelit kasutades, mitte ohtlikke lõigete tugevust hinnates. Kuigi, kaldlöike paindemomendikandevõime kontroll on siiski kasutuses, kuid seda „peidetud“ kujul.

Raudbetoonialade nõutavad arvutused ja konstruktsioon tuleb tagada vastavalt EVS-EN 1992-1-1:2005+NA:2007/AC:2019 ja sellega seotud standarditele. Soovitav kirjandus oleks Vello Otsmaa „Raudbetoonkonstruktsioonide arvutamine“, Eesti Betooniühing, Tallinna Tehnikaülikool, 2014.