ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební



POSUZOVÁNÍ ZDĚNÝCH STAVEB NA SEIZMICITU METODOU POSTUPNÉHO PŘITĚŽOVÁNÍ

DISERTAČNÍ PRÁCE

Praha, 2014

Ing. Zdeněk Janda



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební Katedra Mechaniky

Posuzování zděných staveb na seizmicitu metodou postupného přitěžování

Assessment of Masonry Buildings by Pushover Seismic Analysis

DISERTAČNÍ PRÁCE

Ing. Zdeněk Janda

Doktorský studijní program: Stavební inženýrství Studijní obor: Fyzikální a materiálové inženýrství

Školitel: Doc. Ing. Jan Zeman PhD. Ing. Jan Červenka PhD. ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE



Fakulta stavební Thákurova 7, 166 29 Praha 6

PROHLÁŠENÍ

Jméno doktoranda: Ing. Zdeněk Janda

Název disertační práce: POSUZOVÁNÍ ZDĚNÝCH STAVEB NA SEIZMICITU METODOU POSTUPNÉHO PŘITĚŽOVÁNÍ

Prohlašuji, že jsem uvedenou doktorskou disertační práci vypracoval/a samostatně pod vedením školitele Doc. Ing. Jan Zeman PhD. a Ing. Jan Červenka PhD.. Použitou literaturu a další materiály uvádím v seznamu použité literatury.

v Praze dne 30. 9. 2014

podpis

Abstrakt

Disertační práce se zabývá vývojem počítačových algoritmů a metod pro posuzování zděných staveb na účinky seizmického zatížení s využitím metody postupného přitěžování a metody ekvivalentní rámové konstrukce. Vyvinuté metody a algoritmy jsou v souladu s Eurokódy 2, 6 a 8. Jedná se o přístup, který je podstatně přesnější než klasický způsob využívající lineární výpočet a součinitelů duktility a dokáže spolehlivěji kvantifikovat skutečnou duktilitu konstrukce a tím zaručit její spolehlivější návrh. Zároveň jdou tímto způsobem řešit i velké budovy, v akceptovatelném čase a v rámci rozumných požadavků na výpočetní nároky. Cílem bylo uvedené metody implementovat do výpočtového programu ATENA, což je mezinárodně známý software pro nelineární analýzu konstrukcí z kvazikřehkých materiálů a vývoj nových a jednodušších metod pro zadávání a kontrolu takových výpočtů. Důraz byl kladen na vývoj metod pro automatickou generaci výpočetního modelu i pro komplexní a velké budovy. Geometrie modelu je definována pomocí stavebních prvků (stěna, okno, překlad, parapet, výztužný věnec, strop) a automaticky generována z běžně dostupných CAD programů pomocí DXF formátu. Součástí je i databáze dostupných zdících prvků a malt s jejich automatickým přepočítáním na materiálové parametry výsledné zdi, automatický převod geometrie na výpočetní model konečných prvků, rychlost výpočtu i lokalizace do co nejvíce evropských jazyků a národních dodatků. Součástí práce je i porovnání s testy se známým analytickým řešením a porovnání s experimenty. Vytvořené metody a algoritmy byly ověřeny na praktické aplikaci návrhu 6patrové budovy ve Slovinsku, kde bylo úkolem ověřit, zda je možné postavit zděnou konstrukci v oblasti s relativně vysokým seizmickým zatížením.

Klíčová slova: zděné budovy, seizmicita, posuzování staveb, Eurokód 8, Eurokód 6, nelineární analýza, AmQuake, ATENA

Abstract

This Doctoral thesis deals with the development of methods and algorithms for the assessment of masonry structures according to Eurocodes and other European standards for seismicity. The thesis describes the application of pushover method and the method of the equivalent frame model. The methods are in compliance with Eurocode 2, 6 and 8. They represent a more accurate approach than the conventional method using a linear calculations and coefficient of ductility, so that it is able to quantify the actual ductility of the structure and guarantee more reliable structural design. Simultaneously, it enables to solve large buildings in acceptable time and within reasonable requirements for computer hardware. The aim of the thesis was to implement these methods in the finite element analysis software ATENA, which is internationally known software for nonlinear analysis of structures from quasi-brittle materials, and to develop new and simpler methods for the problem definition and checking of such calculations. The emphasis was put on straightforward definition of the model geometry using structure elements (wall, window, lintel, parapet, reinforced concrete ring, ceiling), import and automatic conversion of geometry from the available CAD programs using the DXF format. The software contains also a database of available masonry bricks and mortars and automatic calculation of material parameters masonry walls, automatic meshing geometry for finite element computational model and localization in most European languages and national building standards. The thesis also contains comparison with several tests with known analytical solution and comparison with experiments. The thesis also demonstrates the application of the methodology to the design of a 6-storey building in Slovenia, where the task was to verify the possibility to build a masonry building in areas with relatively high seismicity.

Keywords: masonry buildings, seismicity, assessment of buildings, Eurocode 8, Eurocode 6, nonlinear analysis, AmQuake, ATENA

Poděkování

Rád bych poděkoval všem, co mě na Fakultě stavební učili a dovedli mě až ke zpracování této práce. Zvláště bych chtěl poděkovat svému vedoucímu disertační práce Doc. Ing. Janu Zemanovi, Ph.D. za jeho rady, trpělivost a podporu, kterou mi po celou dobu mého studia poskytoval. Dále bych chtěl poděkovat svým kolegům ve společnosti Červenka Consulting s.r.o. za dosavadní spolupráci, při které jsem měl možnost pracovat na velmi zajímavých projektech. Děkuji především Ing. Janu Červenkovi, Ph.D. jako školiteli specialistovi a Doc. Ing. Liboru Jendelemu CSc., Ph.D., a to nejen za jejich čas, ale i cenné rady, které mi byly velikým přínosem. V neposlední řadě patří moje poděkování i všem z Katedry mechaniky za podnětné názory k mé práci.

Na závěr děkuji své rodině a přátelům, kteří mě v mém úsilí po celou dobu bezmezně podporovali. Babičce navíc děkuji za velké množství "Otčenášů", které po celou dobu mého studia odříkávala.

Vývoj algoritmů a metod nelineárního výpočtu byly finančně podpořeny projektem SimSoft TA01011019 z programu Alfa Technologické agentury ČR.

OBSAH

1 Ú	/0D1				
2 C	ÍLE DISERTAČNÍ PRÁCE	2			
3 S	OUČASNÝ STAV PROBLEMATIKY				
3.1	Původ a účinky zemětřesení	5			
3.2	Historie seizmických norem	6			
3.3	Normy ve světě				
3.4	Eurokód 8	9			
3.5	Typy výpočtu				
4 N	1ETODA POSTUPNÉHO PŘITĚŽOVÁNÍ	17			
5 E	KVIVALENTNÍ RÁMOVÁ METODA	20			
5.1	Model konečných prvků	20			
5.2	Pevné příčle	21			
5.3	Nelineární analýza	25			
5.4	Timošenkův nosník	27			
6 N	IELINEÁRNÍ MODEL ZDIVA				
6.1	Smyková únosnost	29			
6.2	Ohybová únosnost				
7 G	ENERACE VÝPOČETNÍHO MODELU				
7.1	Geometrický model budovy				
7.2	Výpočetní model	45			
7.3	Seismické zatížení	54			
7.4	Statické zatížení	56			
7.5	Materiály				
7.6	Výpočet a prohlížení výsledků				
7.7	Databáze národních parametrů				
7.8	Jazyková lokalizace pomocí online vzdálených překladů				
8 0	ÞVĚŘENÍ	75			
8.1	Experimentální a analytické výsledky	75			
8.2	Smykové zkoušky stěn				
8.3	Dvoupodlažní budova ESECMaSE (ISPRA)				
8.4	Sevrene zdivo				
9 P	RAKTICKÁ APLIKACE – Projekt KOZOLCI				
10	ZÁVĚR				
11	Seznam použité literatury				
12	Seznam prací autora				
13	Seznam obrázků a tabulek				
14	Přílohy				

Posuzování zděných staveb na seizmicitu metodou postupného přitěžování

1 ÚVOD

Ve světě dochází každý rok ke stovkám zemětřesení, které mají často katastrofální následky na lidských životech i majetku. Proto se způsob navrhování konstrukcí na seizmickou odolnost stále vyvíjí, zejména s ohledem na vyšší bezpečnost a efektivitu. Zavedení Eurokódu 8 v Evropské unii přináší přísnější požadavky na seizmické posouzení návrhu zděných budov. Tyto nové požadavky přináší vyšší úroveň bezpečnosti ve stavebnictví, ale také zvyšují nároky na inženýry, aby přijali nové metody a postupy návrhu.

V mnoha případech si inženýr vystačí pouze s jednoduchým přístupem a dodržením konstrukčních zásad. V případě nevhodných podloží a budov se součinitelem významu III a IV (např. školy, nemocnice, společenské budovy) může dojít k překročení hranice pro případy malé seizmicity a poté je nutné provést posouzení stavby na seizmické zatížení. Ve čtyřech okresech: Frýdek-Místek, Cheb, Karviná a Ostrava je nutné seizmické výpočty provádět téměř vždy. Nemluvě o zahraničních státech na jihu a jihovýchodě Evropy (Rumunsko, Chorvatsko, Slovinsko), kde je potřeba posuzovat stavby na účinky zemětřesení pokaždé.

Eurokód 8 připouští výpočet metodou postupného přitěžování konstrukce (pushover). Ta spolu s implementací metody ekvivalentního rámu umožňuje efektivní posuzování zděných konstrukcí v seizmických oblastech. Jedná se o podstatně přesnější výpočet než klasický způsob pomocí lineárního výpočtu a součinitelů duktility, který dokáže spolehlivěji kvantifikovat skutečnou duktilitu konstrukce a tím zaručit spolehlivější a úspornější návrh konstrukce. Použitím těchto dvou metod jdou i velké budovy řešit mnohem rychleji, v akceptovatelném čase a v rámci rozumných požadavků na výpočetní stroje.

2 CÍLE DISERTAČNÍ PRÁCE

Z výše uvedených důvodů z inženýrské praxe vyšel požadavek na vytvoření programu, který by zohledňoval postupy dle platných eurokódů a dalších evropských norem. Byl by přístupný pro širokou inženýrskou a projektantskou veřejnost, a to jak z pohledu lokalizace do co nejvíce evropských jazyků, tak i jednoduchostí zadávání vstupních dat. Uživatelům by byl umožněn jednoduchý import geometrie z CAD programů. Materiálové parametry pro jednotlivé cihelné bloky by bylo možné načíst z databáze výrobků. Klíčová je jednoduchost zadávání a automatický převod geometrie na výpočetní model (založený na metodě konečných prvků). Předpokladem ověření správnosti výpočtů je porovnání s několika analytickými a experimentálními výsledky. Cíle této práce byly identifikovány v úzké spolupráci s firmou Wienerberger, která je předním evropským výrobcem zdících prvků.

Práce popisuje aplikaci metody statického přitěžování a metody ekvivalentní rámové konstrukce pro navrhování a posuzování zděných staveb na seizmické zatížení. Cílem bylo uvedené metody implementovat do výpočtového programu ATENA a vyvinout nové jednodušší prostředí pro zadávání a kontrolu takových výpočtů. Stěžejním tématem práce byl vývoj a implementace algoritmů pro automatickou generaci výpočtového modelu z CAD vstupních dat při zohlednění národních norem, materiálových a seizmických parametrů.

Program ATENA je mezinárodně známý software sloužící k nelineární analýze konstrukcí z kvazikřehkých materiálů pomocí metody konečných prvků. V programu jsou zakomponovány nelineární materiálové modely popisující zdivo, beton i betonářskou výztuž včetně zákonů lomové mechaniky. Program je schopen řešit napjatost v materiálu i po vzniku trhlin včetně redistribuce napětí, změny tuhosti soustavy či plastifikace průřezů.

Popsané algoritmy jsou implementovány ve speciální verzi programu s názvem AmQuake [1], což je zkratka ze slov (A)TENA, (m)asonry a earth(quake). Program byl ověřen pomocí testů se známým analytickým řešením a porovnáním s experimenty. Pro ověření modelování chování zděných stěn byla použita experimentální data z prostého a sevřeného zdiva, která jsou dostupná v odborné literatuře. Pro srovnání výsledků na složitějších konstrukcích byly použity výsledky projektu ESECMaSe [10], [11]. V závěru práce je ukázána aplikace metodiky při návrhu 6patrové budovy ve Slovinsku, kde úkolem bylo ověřit, zda je možné postavit zděnou konstrukci v relativně vysoké seizmické oblasti se seizmickým návrhovým zrychlením 0,225g.

3 SOUČASNÝ STAV PROBLEMATIKY

Jak již bylo zmíněno, v některých případech si inženýr vystačí pouze s dodržením konstrukčních zásad. Ustanovení normy Eurokód 8 nemusí být dodržována v případech tzv. velmi malé seismicity, která je určena hranicí

$$a_g S = a_{gR} \gamma_I S \le 0.05g \tag{1}$$

kde *g* značí gravitační zrychlení, a_g je návrhové zrychlení podloží typu A, a_{gR} referenční špičkové zrychlení podloží typu A, γ_I je součinitel významu konstrukce (Tab. 1) v rozmezí 1.0 až 1.4. *S* je součinitel podloží, který pro typické situace se pohybuje v rozmezí 1.0 až 1.2.

Mapa seizmických oblastí ČR uvedená v Národní příloze Eurokódu 8 – část 1 je ukázána na Obr. 1. V normě jsou u ní vypsány ohrožené okresy podle velikosti referenčního špičkového zrychlení podloží. Ve sporných případech o jeho velikosti rozhoduje "odborné geofyzikální pracoviště" [14].



Obr. 1: Mapa seizmických oblastí České republiky [5]

Situaci v seizmickém ohrožení území ČR podle této mapy lze shrnout takto:

- oblasti se seizmicitou větší než malou, v nichž je návrhové zrychlení větší než 0,08 g a kde by se tedy mělo počítat podle této normy, zahrnují 10 okresů (Ostrava, Náchod, Tachov atd.);
- oblasti s malou seizmicitou, které mají zrychlení 0,04 až 0,08 g a kde lze seizmicitu řešit zjednodušeně, zasahují do 30 dalších okresů podle seznamu, který je uveden v Národní příloze k ČSN EN 1998-1;

Posuzování zděných staveb na seizmicitu metodou postupného přitěžování

3. na zbytku území ČR (asi na 50%, včetně Prahy, Brna, Olomouce) se seizmicita v normálních případech neuvažuje.



Obr. 2: Mapa návrhových gravitačních zrychlení v Evropě [22]

V celoevropském měřítku je dle mapky na Obr. 2 zřejmé, že státy s výskytem vyšších návrhových gravitačních zrychlení (jih, jihovýchod Evropy) posuzují stavby na účinky zemětřesení téměř vždy.

Třída	Součinitel významu	Stavba
I.	0,8	stavby malého významu (např. zemědělské stavby)
II.	1	stavby běžného významu
III.	1,2	stavby, jejichž seizmická odolnost je důležitá z hlediska následků spojených s jejich zřícením (např. školy, společenské haly, kulturní instituce, atd.)
IV.	1,4	stavby, jejichž neporušenost během zemětřesení je životně důležitá pro ochranu občanů.

Tab. 1: Součinitel významu [5]

3.1 Původ a účinky zemětřesení

Účinky, které vzniknou působením zemětřesení na konstrukci, se počítají velmi složitě, jelikož zatížení konstrukce je velmi nejisté. Návrh konstrukce je těžké vyzkoušet v praxi, jelikož zemětřesení, které by přesně odpovídalo návrhovým hodnotám a navíc v relativní blízkosti konstrukce, se vyskytne jen s velmi malou pravděpodobností.

Zemský povrch se dělí na tuhé desky s tloušťkou 15 až 100km. Ty se pohybují vůči sobě rychlostí 20 až 140mm za rok. V místech kontaktů zemských desek tyto pohyby vyvolávají obrovská napětí. Při překročení mezního napětí v zemské desce se uvolní energie a vznikne zemětřesení. Náhlý pohyb zemských desek vyvolá podélné a příčné zemětřesné vlny. Místo, kde se poprvé poruší hornina, se nazývá hypocentrum zemětřesení. Nejbližší místo na povrchu země se nazývá epicentrum zemětřesení. Většina zemětřesení vzniká právě na kontaktech zemských desek. Zemětřesení ale může vzniknout i v důsledku pohybu uvnitř desky, takže může přijít nečekaně i stovky kilometrů od zemských zlomů.

Celková síla zemětřesení vztažená k energii uvolněné při něm, je nezávislá na místě pozorování a nazývá se magnituda zemětřesení. Nejrozšířenější stupnice, podle které zemětřesení měříme, se nazývá Richterova stupnice pojmenovaná podle Charlese Richtera. Veličina se obvykle značí M nebo ML. Zemětřesení o síle M < 5 nevyvolá podstatné škody v oblastech navyklých na tektonickou aktivitu. Zemětřesení o síle M = 7 pak vyvolá vážné škody v blízkosti epicentra. Totální destrukce je při síle M = 12. Richterova stupnice je logaritmická, což znamená, že rozdíl o jeden Richterův stupeň znamená cca 30 násobný rozdíl v uvolněné energii při zemětřesení.

Lokální síla zemětřesení neboli intenzita zemětřesení závisí na vzdálenosti od epicentra, na geologickém složení podloží a dalších faktorech. U nás je běžně používána stupnice MCS (Mercalli-Cancani-Sieberg), popř. málo odlišná stupnice MKS (Medevdev-Kárník-Sponnhauer). Jsou tvořeny 12 stupni, které odrážejí účinky zemětřesení v místě pozorování. V zahraničí se pak ještě používá např. modifikovaná Mercalliho stupnice MM také o 12 stupních. Největší škody způsobují taková zemětřesení, jejichž hypocentrum je relativně blízko povrchu (cca do 40km). Dlouhodobý průměr úmrtnosti při zemětřesení je cca 10 000 osob za rok. Ohromné jsou i způsobené materiální škody. Například zemětřesení v Northridge v USA v roce 1994 způsobilo škody za cca 20 mld USD, o rok později v Kobe v Japonsku cca za 200 mld USD. To mělo sílu M=7,2 a epicentrum mělo cca 20km od pobřeží. Hypocentrum bylo 16km pod povrchem země. Nejsilnější otřesy trvaly cca 20 vteřin s maximální hodnotou zrychlení 0,85g. Nazmar přišlo přes 1 000 budov a 6 500 lidských obětí [18],[24].

Snahou v návrhu konstrukcí v seizmických oblastech je mimo jiné snaha o vyladění vlastních frekvencí budovy tak, aby vyvolané účinky byly co nejmenší. Ke snížení těchto účinků přispívají i různé typy tlumičů např. založení budovy na elastická ložiska nebo např. vodní nádrž či těžké závaží v horních patrech budovy.

3.2 Historie seizmických norem

Zatímco počátky stavitelství (Egypt) sahají až do doby cca 3 000 let před Kristem (tedy před cca 5 000 lety), počátky moderní technické praxe s návrhem budov odolných vůči zemětřesení se objevily až na přelomu devatenáctého a dvacátého století (jen před jedním stoletím). Hlavním impulsem ke zkoumání zemětřesení a ke vzniku moderního seismického inženýrství byly zemětřesení v San Francisku v Kalifornii v roce 1906 a zemětřesení v Reggiu a Mesině v Itálii v roce 1908 [18]. Po těchto událostech vznikla poptávka po postupech a zařízeních pomáhajících vědcům lépe pochopit a popsat seizmické jevy. Více jak 100 000 mrtvých při zemětřesení v jižní Itálii a to, že některé budovy přečkaly zemětřesení bez většího poškození, motivovalo inženýry k vytvoření postupů pro navrhování budov, které byly založené na druhém Newtonově pohybovém zákoně [18].

Po zemětřeseních v Kantu v Japonsku v roce 1923 (cca 140 000 mrtvých) a v Santa Barbaře v Kalifornii v roce 1925 se začaly pro výzkum používat zemětřesné vibrační stoly pro pozorování konstrukcí a jejich následnou analýzu. Získané zkušenosti byly dále podpořeny matematickým (nyní již i počítačovým) modelováním, které vedlo k revizi stávajících metod navrhování a jejich postupnému vylepšování. V důsledku událostí v Santa Barbaře schválila v roce 1927 konference Pacific Coast Building Officials (USA) stavební zákon Uniform Building Code (UBC), který obsahoval první doporučení pro seismické navrhování budov. První seizmická norma však vznikla až v roce 1933 (Los Angeles City Code). Až do roku 1952 však norma nebrala v potaz periodu vlastního kmitání konstrukce, jakožto její hlavní dynamickou charakteristiku. Inženýři tedy navrhovali dle norem dostatečně pevné a tuhé konstrukce, ale nebylo řešeno, co se stane s konstrukcí, pokud setrvačné síly budou větší, než pro jaké byla konstrukce navržena. Duktilita byla poprvé obecně popsána v roce 1959 asociací Structural Engineers Association of Kalifornia, ale přijetí do normy (novozélandské) se dočkala poprvé až o cca 10 let později [18].

Metoda zohledňující duktilitu je známá jako "Capacity Design" a uvažuje historii poškození konstrukce. Pokud jsou v nějakém prvku překročeny návrhové materiálové parametry, prvek se stává neaktivním a síly přebírají prvky ostatní (např. sloupy), které zajišťují stabilitu budovy. Jakmile jsou poškozeny i tyto, dochází ke kolapsu budovy. Tato metoda je v menší či větší míře zavedena ve všech dnešních světových normách zabývajících se seizmicitou. Bohužel až do roku 1970 začleněna nebyla, a proto drtivá většina budov po celém světě byla navržena dle starších norem, které nezajišťovaly dostatečnou duktilitu budov. U těchto budov hrozí při zemětřesení křehké poškození (jako např. při zemětřesení v Northridge v Kalifornii 1994 či v Kobe v Japonsku 1995). Vzhledem k riziku křehkého kolapsu jsou hledány možnosti, jak upravit a zabezpečit starší budovy dle metodik aktuálních seizmických norem [18].

Výzkum v oblasti zemětřesení pokračuje stále dál. Na konci minulého století byl vypsán projekt GSHAP [19] (Global Seismic Hazard Assessment Program) (1992-1999), který byl mezinárodně podporován a účastnilo se ho více než 500 vědeckých pracovníků z celého světa. Jeho cílem bylo minimalizovat seismické riziko opakujících se zemětřesení. Byla hledána metodika výpočtu aplikovatelná kdekoliv na světě. V závěrečné etapě projektu byly vytvořeny online přístupné mapy ohrožení jednotlivých oblastí. Zemětřesné ohrožení bylo vyjádřeno v hodnotách pikového zrychlení částic prostředí (PGA) s 10% možností jeho překročení v intervalu 50 let, což odpovídá periodě opakování 475 let [19].

V současné době je ve výzkumu zemětřesení na prvním místě vládní agentura USA National Science Foundation (NSF), která podporuje základní výzkum a vzdělávání ve všech oblastech seizmického inženýrství. Zaměřuje se zejména na experimentální, analytické a výpočetní výzkumy návrhu konstrukcí a zvýšení efektivity konstrukčních systémů. Dalším lídrem v tomto vývoji jak v USA, tak i celosvětově, je organizace Earthquake Engineering Research Institute (EERI) v USA či E-Defense Shake Table v Japonsku [18].

3.3 Normy ve světě

Otázkou seizmicity se zabývá celosvětově mnoho norem (např. New Zealand Standard, Eurokód 8, Uniform Building Code (UBC) 1997, International Building Code (IBC) 2000, New draft Code (Austrálie a Nový Zéland)).

Vzhledem k množství parametrů použitých v jednotlivých normách lze normy srovnávat velice obtížně. Na Obr. 3 je vidět porovnání spekter pružné odezvy pro různé normy. Ke srovnání lze použít např. mezipatrové limity posunů, návrhovou hodnotu duktility (Obr. 5) nebo smykovou sílu v základu konstrukce (Obr. 4). K nejvhodnějšímu porovnání lze dospět, posoudí-li se jedna a tatáž konstrukce dle více norem (např. v práci [21]).







Obr. 4 Porovnání smykových sil v základu konstrukce jednotlivými normami, a) zóna s vysokou seismicitou b) zóna s nízkou seismicitou [21]

Velké rozdíly vznikají z koeficientů pro minimální základovou smykovou sílu a ze způsobu, kterým je určena kritická základní perioda konstrukce. Požadované úrovně pevnosti pro vysokou seizmickou zónu jsou pro Eurokód 8 znatelně větší než pro normy UBC a IBC a ještě větší než pro normy NZ a NZ/Austrálie[21].

	High Seismic Zone				Low Seismic Zone					
Building	NZS	NZ/Aust	UBC	IBC	EC8	NZS	NZ/Aust	UBC	IBC	EC8
no. of										
stories	μ/S _p	μ/S _p	R*	R*	q	μ/S _p	μ/S _p .	R*	R*	Q
6	9	9	8.5	8	5	7.6	9	8.5	8	5
12	9	. 9	8.5	8	5	4.7	8.5	8.5	8	5
18	6.7	9	8.5	8	5	3.1	6.2	8.5	8	4.6
24	4.4	9	8.5	8	4.6	2.2	4.9	8.5	8	3.6

Obr. 5 Porovnání návrhových hodnot duktility dle jednotlivých norem [21]

3.4 Eurokód 8

Celý Eurokód 8, nazvaný Navrhování konstrukcí odolných proti zemětřesení (EN 1998) vypracovávaly komise CEN (Evropského výboru pro normalizaci) přes dvacet let. V konečné verzi má šest částí, které byly v roce 2004 až 2008 postupně schvalovány. Pro tuto práci má největší význam část 1 – EN 1998-1:2004, přeložená jako ČSN EN 1998-1 Část 10: Obecná pravidla, seizmická zatížení a pravidla pro pozemní stavby se věnuje návrhu staveb na seizmické zatížení a obsahuje i kapitoly týkající se postupů pro nelineární výpočty.

3.4.1 Seizmické oblasti

V každém národním dodatku je území státu rozděleno na seizmické oblasti dle stupně ohrožení. Ohrožení uvnitř každé této oblasti se považuje za konstantní (viz Obr. 1 a Obr. 2).

3.4.2 Spektrum pružné odezvy

Pro účely Eurokódu je pohyb při zemětřesení v daném místě na povrchu udán spektrem pružné odezvy na zrychlení podloží. Tvar spektra pružné odezvy se předpokládá stejný pro oba mezní stavy (mezní stav únosnosti – návrhové seizmické zatížení, mezní stav použitelnosti - požadavek omezeného poškození). Vodorovné seizmické zatížení je popsáno dvěma kolmými složkami. Předpokládá se, že jsou vzájemně nezávislé a mají stejná spektra odezvy.



Obr. 6: Tvar spektra vodorovné pružné odezvy dle EC8

Spektrum pružné odezvy pro vodorovné složky seizmického zatížení $S_e(T)$ zobrazené na Obr. 6 je definováno těmito výrazy [5]:

Posuzování zděných staveb na seizmicitu metodou postupného přitěžování

$$0 \le T \le T_B: \quad S_e(T) = a_g \cdot S \left[1 + \frac{T}{T_B} (\beta_0 \eta - 1) \right]$$

$$T_B < T \le T_C: \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \beta_0 \cdot \eta$$

$$T_C < T \le T_D: \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \beta_0 \cdot \eta \cdot \frac{T_C}{T}$$

$$T_D < T \le 4s: \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \beta_0 \cdot \eta \cdot \frac{T_C T_D}{T^2}$$
(2)

kde $S_e(T)$ je spektrum pružné odezvy; T je perioda vlastních kmitů lineární soustavy s jedním stupněm volnosti; a_g je návrhové zrychlení podloží typu A; T_B je nejmenší perioda kmitů, které přísluší konstantní hodnota spektra pružného zrychlení; T_c je největší perioda kmitů, které přísluší konstantní hodnota spektra pružného zrychlení; T_D je doba kmitů, při níž začíná obor konstantní hodnoty spektra pružného posunu; S je součinitel podloží; η je korekční součinitel útlumu a β_0 označuje dynamický faktor. Základní hodnota je dle EN 1998-1 2.5, ale může se lišit v závislosti na jednotlivých národních přílohách.

Zmiňované doby kmitů i součinitel podloží popisují tvar spektra pružné odezvy a závisí na typu základové půdy a geologii podloží.

Spektrum pružné odezvy pro svislé složky seizmického zatížení $S_{ve}(T)$ lze získat dle vzorců uvedených v normě [5]. Pokud se použije nelineární výpočet metodou statického přitěžování, je možné svislou složku seizmického zatížení zanedbat [5].

3.4.3 Součinitel duktility pro vodorovné seizmické zatížení

Zatížení zemětřesením bude prakticky vždy patřit k zatížením mimořádným, takže by bylo nehospodárné trvat na udržení konstrukce v pružném stavu a nevyužít jejich plastických rezerv. Tím, že dochází v některých místech konstrukce k plastickým přetvořením, pohlcuje se účinkem hystereze pohybová energie vnášena do konstrukce z pohybujícího se podloží a její pohyb se tlumí. Lze říci, že již po mnoho let je dostatečná tažnost – duktilita, která je důsledně dodržena v celé konstrukci (včetně spojů a detailů), považována za hlavní podmínku seizmické odolnosti staveb. Teprve od nedávné doby se pro získání seizmické odolnosti uplatňuje další metoda, a to seizmická izolace budov [15].

Pro řešení pružně-plastického chování byla před časem vyslovena (a od té doby i celkem slušně experimentálně ověřena) hypotéza, že maximální posunutí, kterého dosáhne konstrukce během zemětřesení, je přibližně stejné, ať už se jedná o konstrukci chovající se pružně nebo pružně-plasticky. Tato hypotéza současně s přijetím předpokladu ideálně pružně-plastické konstrukce vede k tomu, že konstrukce může být při výpočtu považována za pružnou, a to bez ohledu na to jaká napětí v ní vycházejí. Musí však být schopna plastického přetváření a při něm vydržet deformaci, jaká vyšla pro konstrukci pružnou. Prakticky to zároveň znamená, že pokud jde o napjatost, je možno počítat konstrukci jako pružnou a její zatížení redukovat poměrem možného plastického zatížení

$$F_e = F_s / q, \tag{3}$$

kde F_e je seizmická síla s uvážením součinitele duktility, F_s seizmická síla působící na pružnou konstrukci a q součinitel duktility. Pokud je třeba znát skutečně posunutí konstrukce při zemětřesení d_s , pak je nutné posunutí d_e (získané elastickým řešením na zatížení F_e) zvětšit poměrem

$$d_s = q \ d_e, \tag{4}$$

kde d_s je posunutí odpovídající skutečnému zemětřesení a d_e posunutí vypočtené. Tento poměr možného (požadovaného) plastického posunutí a posunutí na mezi pružnosti vyjadřuje duktilitu konstrukce a do výpočtu se zavádí jako součinitel duktility q. Jedná se tedy o parametr stanovený normou za předpokladu, že bude proveden průkaz dostatečné duktility [16].

Pro zděné budovy je možné volit hodnoty součinitele duktility q uvedené v Tab. 2 .

Typ konstrukce	Součinitel duktility q	
Zdivo nevyztužené, odpovídající pouze EN 1996 (doporučeno pouze pro případy malé seizmicity)	1,5	
Zdivo nevyztužené, odpovídající EN 1998-1	1,5 až 2,5	
Zdivo sevřené	2,0 až 3,0	
Zdivo vyztužené	2,5 až 3,0	

Tab. 2 Součinitel duktility *q* podle typu konstrukce

Nízká duktilita, která se dá očekávat u běžných dobře provedených konstrukcí, se připouští pouze v oblastech s nízkou seizmicitou. Konstrukce střední a vysoké duktility musí být schopné pohlcovat (rozptylovat) energii a vykazovat plastické působení ve všech částech konstrukce tak, aby k porušení plastickému docházelo dříve než ke křehkému lomu, a to i při opakovaném cyklickém zatížení [15].

3.4.4 Zásady pro navrhování

V Eurokódu 8 jsou také popsány základní konstrukční principy pro navrhování konstrukcí v seizmických oblastech. Ty jsou výsledkem analýzy poškození z předešlých zemětřesení. Seizmické nebezpečí musí být bráno v úvahu již v prvních fázích koncepčního návrhu stavby tak, aby bylo možné dosáhnout nosného systému, který v mezích přijatelných nákladů vyhovuje požadavkům normy. Tyto principy určující koncepční návrh jsou popsány v sekci 4.2. normy Eurokód 8 [5].

Důležitá je jednoduchost konstrukce, protože všechny fáze návrhu a ověření takovýchto konstrukcí obsahují mnohem méně nejistot a předpověď jejich chování je mnohem spolehlivější.

Jednotnost konstrukce, případně rozdělení stavby do jednotlivých na sebe dynamicky nezávislých částí dovoluje krátký a přímý přenos setrvačných sil do základů. Stejně důležitá je i jednotnost konstrukce po výšce, která vyloučí výskyt citlivých oblastí na koncentrace napětí.

Dále je to odolnost a tuhost v obou směrech konstrukce, jelikož horizontální pohyb způsobený zemětřesením je dvousměrný jev.

Ideální je pravoúhlý systém konstrukce, který zabezpečí podobnou odolnost a tuhost v obou hlavních směrech.

Přiměřenou odolností a tuhostí v kroucení zajistíme omezení torzních pohybů, vedoucích k nerovnoměrným napětím v konstrukci. To zajistíme například tak, že hlavní prvky konstrukce, které odolávají seizmickému zatížení, umístíme blíže k obvodu stavby.

Stropní desky i střechy by měly být ve své rovině tuhé a odolné a mají být účinně propojeny s vertikálními prvky stavby. To zajistí správné přenášení setrvačných sil do svislých nosných systémů a zabezpečí odolávat zemětřesení jako celek.

Důležité jsou také přiměřené základy, které by měly být rovnoměrné pod celou konstrukcí a které zajistí rovnoměrné buzení od seizmických sil celé stavby. Pro stavby se základovými patkami se doporučuje jejich propojení v hlavních směrech budovy.

3.5 Typy výpočtu

Odezvu na seizmické zatížení je možné řešit několika způsoby. ČSN EN 1998-1, Eurokód 8: Navrhování konstrukcí odolných proti zemětřesení [5] připouští tyto základní metody výpočtu:

• Výpočet pomocí příčných sil (lineární analýza využívající pouze první tvar kmitání konstrukce),

• Modální analýza pomocí spektra odezvy (lineární analýza používající více vlastních tvarů),

• Nelineární výpočet metodou postupného přitěžováni (fyzikálně nelineární vypočet, tzv. pushover metoda),

• Nelineární dynamický výpočet časového průběhu odezvy (obecně nelineární dynamická odezva na akcelerogram).

Práce popisuje hlavně aplikaci metody postupného (statického) přitěžování a metody ekvivalentní rámové konstrukce pro navrhování a posuzování zděných staveb na seizmické zatížení.

3.5.1 Metoda výpočtu pomocí příčných sil

Metoda spočívá v nahrazení dynamického účinku obvyklým statickým řešením. Je nutné zjistit pohyb konstrukce a její zrychlení, které po vynásobení hmotností příslušné části konstrukce dá setrvačnou sílu působící na konstrukci. Tento typ výpočtu může být zvolen pouze u pozemních staveb, jejichž odezva není v hlavních směrech výrazně ovlivněna tvary kmitání vyššími než základními. Tento požadavek se považuje za splněný, pokud základní periody vlastních kmitů T_1 ve dvou směrech jsou menší než

$$T_1 \le 4T_c \le 2,0s \tag{5}$$

Smyková síla v základu

Seizmická smyková síla F_b v základu se určí pro každý vodorovný směr:

$$F_b = S_d(T_1)m\lambda , \qquad (6)$$

kde $S_d(T_1)$ je pořadnice návrhového spektra při periodě kmitu T_1 , T_1 je základní perioda vlastních kmitů vodorovného pohybu stavby v uvažovaném směru, *m* je celková hmotnost stavby nad základnovou spárou nebo nad vrchem tuhého základu, λ je opravný součinitel, $\lambda = 0.85$ pro $T_1 \leq 2T_c$ a když má stavba více jak 2 podlaží, jinak $\lambda = 1.0$

Stanovení základní periody vlastních kmitů T₁

Základní periody vlastních kmitů T_1 , lze získat výpočtovým softwarem nebo některou z metod stavební dynamiky. Pro stavby do 40m výšky může být tato hodnota (ve vteřinách) přibližně stanovena podle následujícího výrazu:

$$T_1 = C_t H^{3/4} \,, \tag{7}$$

kde C_t je 0,085 pro prostorové ocelové rámy odolávající momentům, 0,075 pro prostorové betonové rámy a pro ocelové rámy s excentrickým vyztužením a 0,05 pro ostatní konstrukce. *H* je výška stavby v metrech od základové spáry.

Hodnotu C_t pro konstrukce s betonovými nebo zděnými smykovými stěnami můžeme alternativně vyjádřit jako:

$$C_t = 0,075 / \sqrt{A_C}$$
 , (8)

$$A_{C} = \sum \left[A_{i} (0, 2 + (l_{wi} / H))^{2} \right],$$
(9)

kde A_c je celková efektivní plocha smykových stěn v prvním podlaží (v m²), A_i je efektivní průřezová plochy i-té smykové stěny v m², l_{wi} je délka i-té smykové stěny v prvním podlaží ve směru rovnoběžném s působícími silami v metrech. Zároveň je podmíněno, že poměr l_{wi}/H má být menší než 0,9.

Veličinu T_1 můžeme alternativně vyjádřit jako:

$$T_1 = 2\sqrt{d} , \qquad (10)$$

kde d je příčný pružný posun vrcholu stavby v metrech vlivem zatížení vlastní tíhou působící ve vodorovném směru.

Rozdělení vodorovných seizmických sil



Obr. 7: Distribuce celkových seizmických sil po výšce budovy, a) podle 1. vlastního tvaru, b) lineárně po výšce budovy

Základní tvar kmitání se uvažuje přibližně jako lineární. Poté jsou účinky seizmického zatížení stanoveny na dvou rovinných modelech zatížených vodorovnými silami F_i ve všech podlažích.

$$F_i = F_b \frac{s_i m_i}{\sum_j s_j m_j},\tag{11}$$

kde F_b je seizmická smyková síla v základu, s_i , s_j , jsou posuny hmot $m_i m_j$ v základním tvaru.

Posuzování zděných staveb na seizmicitu metodou postupného přitěžování

3.5.2 Modální analýza pomocí spektra odezvy

Tato metoda musí být použita u konstrukcí, které nevyhovují metodě výpočtu pomocí příčných sil. V tomto výpočtu musí být uvažovány všechny tvary kmitání, které výrazně ovlivňují odezvu konstrukce. Toho se dosáhne jedním z následujících bodů:

- 1. součet efektivních modálních hmot vlastních tvarů kmitání uvažovaných při výpočtu tvarů kmitání je roven nejméně 90% celkové hmotnosti konstrukce.
- 2. Všechny tvary kmitání s efektivními modálními hmotami většími než 5% celkové hmotnosti jsou zahrnuty do výpočtu.

Při použití prostorového modelu je nutno tyto podmínky posoudit pro každý hlavní směr zvlášť. Pokud předešlé body nelze splnit (např. u konstrukcí s významným vlivem kroutivých tvarů kmitání), je dán minimální počet tvarů kmitání vzatý do prostorového výpočtu jako:

$$k \ge 3\sqrt{n} , \qquad (12)$$

$$T_k \le 0, 2s \,, \tag{13}$$

kde k je počet tvarů kmitání použitých ve výpočtu, n je počet podlaží a T_k je perioda ktého vlastního tvaru kmitů.

Kombinace odezvy v různých tvarech

Odezvy ve dvou tvarech kmitání se mohou považovat za vzájemně nezávislé, pokud T_i a T_j splňují následující podmínku:

$$T_j \le 0.9T_i \quad \text{pokud} \quad T_j < T_i \tag{14}$$

Pokud tedy všechny významné tvary kmitání mohou být považovány za vzájemně nezávislé, maximální hodnota E_E účinku seizmického zatížení může být vyjádřena jako

$$E_E = \sqrt{\sum E_{Ei}^2} , \qquad (15)$$

kde E_E je uvažovaný účinek seizmického zatížení (síla, posun, …) a E_{Ei} je hodnota účinku seizmického zatížení při kmitání v i-tém tvaru. Jestliže není podmínka nezávislosti tvarů kmitání splněna, musí se použít přesnější způsob výpočtu kombinací modálních maxim (např. úplná kvadratická kombinace) [5].

Účinky krutu

Při použití prostorového modelu jsou náhodné účinky krutu stanoveny jako obálka účinků od statických zatížení

$$M_{ai} = e_{ai} F_i , (16)$$

kde *F_i* je vodorovná síla působící na i-té podlaží.

3.5.3 Nelineární výpočet metodou postupného přitěžováni

Eurokód 8 podporuje také nové moderní metody a konstrukční přístupy jako metodu postupného přitěžování neboli "pushover" analýzu. Tato metoda umožňuje inženýrům uvažovat disipativní vlastnosti staveb více realisticky a přitom udržet složitost a náročnost výpočtu v přijatelných mezích. Více o pushover analýze bude popsáno v následující kapitole.

4 METODA POSTUPNÉHO PŘITĚŽOVÁNÍ

Nelineární výpočet metodou postupného přitěžování (pushover analýza) je alternativa k standardnímu navrhování konstrukcí pro seizmicitu na základě lineární analýzy a součinitelů duktility. Metoda dává lepší odhad o celkovém chování konstrukce a místech rozvoje plastických deformací. Podrobně je použití metody statického přitěžování popsáno v normě EC8 [5] nebo například v práci [9]. Jedná se o nelineární analýzu, která zohledňuje vznik trhlin a plastických kloubů v konstrukci. Model konstrukce je nejprve zatížen stálým a nahodilým zatížením a poté je přitěžován postupně narůstajícím seizmickým zatížením, které je vyjádřené vodorovnými silami působícími v každém patře. Důležité je rozložení vodorovných sil po výšce budovy, které je úměrné hmotnosti jednotlivých pater a má konstantní a trojúhelníkový průběh. Vodorovné seizmické zatížení je postupně zvyšováno a výsledkem je zatěžovací křivka konstrukce, jak je znázorněno na Obr. 8.



Obr. 8: Zatěžovací křivka – zatížení / posuny

Hlavním principem metody je porovnání vodorovné deformace kontrolovaného bodu (většinou střed horního patra) s požadovaným cílovým posunem stanoveným na základě ekvivalentního systému s jedním stupněm volnosti a s použitím pružného spektra seizmické odezvy. Získaná nelineární odezva F_b/d_n je nahrazena idealizovanou bilineární křivkou F^*/d^* (viz Obr. 8). Idealizovaná křivka je určena tak, aby plochy omezené skutečným a idealizovaným pracovním diagramem byly stejné. Idealizovaná křivka se poté transformuje pomocí součinitele Γ_f , viz rovnice (17) na ekvivalentní systém s jedním stupněm volnosti. Síla na mezi kluzu F_y^* představuje únosnost idealizovaného systému a je rovna smykové síle v základu při vytvoření plastického mechanismu.

Posuzování zděných staveb na seizmicitu metodou postupného přitěžování

$$F^* = \frac{F_b}{\Gamma_f} \text{ a } d^* = \frac{d_n}{\Gamma_d}, \text{ kde } \Gamma_f = \Gamma_d = \frac{\sum \overline{F_i}}{\sum \left(\frac{\overline{F_i}^2}{m_i}\right)}, \qquad m^* = \sum m_i \Phi_i = \sum \overline{F_i}$$
(17)

Ve výrazech (17) $\overline{F_i}$ značí normalizované boční zatížení $\overline{F_i} = m_i \Phi_i$, kde m_i je hmotnost itého patra a Φ_i popisuje průběh vodorovných sil v úrovni i-tého patra. Platí, že $\Phi_n = 1$, kde n je kontrolní bod, a to obvykle pro horní patro.

Idealizovanou křivku je možné zaznamenat do stejného grafu (viz Obr. 9) se spektrem pružné odezvy $S_e(T)$, které vyjadřuje zrychlení pružného systému s jedním stupněm v dané zemětřesné oblasti v závislosti na vlastní periodě kmitání T.

Perioda vlastních kmitů idealizované náhradní soustavy s jedním stupněm volnosti odpovídá počáteční tuhosti idealizovaného systému a je určena vztahem:

$$T^* = 2\pi \sqrt{\frac{m^* d_y^*}{F_y^*}},$$
 (18)

kde d_y^* a F_y^* jsou patrné z Obr. 8. Na základě periody T^* je možné určit očekávanou deformaci pružného systému:



$$d_{et}^{*} = S_{e}(T^{*}) \left[\frac{T^{*}}{2\pi} \right]^{2}$$
(19)

Obr. 9: Křivka spektra elastické odezvy

Tento postup je možné znázornit i graficky, jak je uvedeno na Obr. 9. Výsledný cílový posun d_t se určí na základě d_{et}^* a transformačního součinitele Γ_d . Podrobný postup je popsán v normě [5] a závisí na vypočtené hodnotě vlastní periody T^* . Na Obr. 9 je graficky znázorněn případ střední až dlouhé periody, kdy platí

$$d_t = d_{et}^* \, \Gamma_d \tag{20}$$

 $S_e(T)$ záleží na a_g (návrhovém zrychlení), které je odlišné pro dva limitní stavy ULS a DLS (požadavek vyloučení zřícení a omezeného poškození). Proto jsou vypočteny dvě hodnoty $d_t : d_t^{ULS}$ a d_t^{DLS} . První z nich je pro kontrolu ULS a druhá pro DLS. Tyto hodnoty jsou v každém kroku výpočtu kontrolovány. Analýza pokračuje tak dlouho, dokud největší posun horního bodu d(n) není větší než 1.5 d_t^{UL} , nebo dokud smyková síla neklesne pod 80% maximální dosažené hodnoty.

Náhodná excentricita

K vystižení nepřesností polohy hmot a prostorových seizmických pohybů má být počítáno s vyosením hmotového těžiště každého podlaží z nominální polohy v každém směru o náhodnou excentricitu

$$e_{ai} = \pm 0,05L_i \tag{21}$$

kde L_i je rozměr podlaží kolmý ke směru seizmického zatížení a e_{ai} je náhodná excentricita hmoty í-tého podlaží.

5 EKVIVALENTNÍ RÁMOVÁ METODA

Základní princip metody ekvivalentního rámu je popsán v [9]. Hlavní myšlenka tohoto přístupu je modelovat všechny stavební prvky zděné konstrukce jako jednorozměrné elementy. Modelovat tedy všechny vertikální i horizontální elementy jako nosné zdi, vodorovné překlady, ztužující věnce, dveřní či okenní nadpraží, parapety atd. Dalším důležitým předpokladem je, že všechny stropní desky mají ve své rovině nekonečnou tuhost, zatímco mimo svou rovinu mají tuhost zanedbatelnou.

5.1 Model konečných prvků

Implementace výše popsaného modelu vyžaduje vhodně zvolený model konečných prvků a správné propojení pevnými příčlemi mezi elementy.



Obr. 10: Model konstrukce zděné stěny. Nahoře s vynecháním překladů a parapetů, dole se zahrnutím i těchto prvků (viz [9])

Na Obr. 10 je příklad zděné stěny, která je typická pro zděné stavby. Okna a dveře stěnu rozdělují na několik částí, které mohou být jak široké, tak i úzké. Pro správné chování elementů v ohybu i ve smyku je použit Timošenkův nosník, podrobněji viz kapitola 5.4.

5.2 Pevné příčle

Typický model se skládá z několika nosných zdí, stěn s okny a dveřmi, z výztužného věnce, stropů, atd. S výjimkou stropů jsou všechny prvky modelovány pomocí svislých nebo vodorovných elementů. Svislé prvky se používají pro modelování nosných zdí, přičemž horizontální prvky se používají pro simulaci překladů, parapetních částí stěny pod oknem, věnců, atd. Nosníky jsou obvykle umístěny do středu prvku, resp. osy původního 3D prvku. Zbývá otázka, jak jednotlivé nosníky propojit, aby bylo chování původní stavby co nejlépe napodobeno. V programu AmQuake se to provádí speciálními okrajovými podmínkami.





Postup připojování jednotlivých stěn a oken si ukážeme na Obr. 11. Nejdříve budeme napojovat okno 1 na okolní stěny. Všechny prvky konstrukce jsou modelovány pomocí jednoduchých elementů. Detail elementů je na Obr. 12. Červené čáry na obrázku představují vzniklé elementy a šedé znázorňují vazby mezi nimi. Nosné stěny jsou modelovány pomocí svislých elementů. Každá stěna s oknem (či dveřmi) je modelována pomocí 1 až 3 elementů. Jeden pro parapet, jeden pro překlad a případně ještě jeden pro zdivo nad překladem. Vodorovné elementy jsou také použity pro věnce.

Posuzování zděných staveb na seizmicitu metodou postupného přitěžování



Obr. 12: Drátový model konstrukce



Obr. 13: Pevná příčle

Pevné příčle jsou speciální podmínkou, která byla vyvinuta pro vzájemné připojení koncových uzlů elementů. Připojení vedlejšího uzlu elementu 2 na hlavní uzel elementu 1 provedeme tak, že všechny posuny a rotace vedlejšího bodu závisí na posunech a pootočení hlavního bodu. Fyzicky je možné si toto představit jako spojení hlavního a vedlejšího uzlu velmi tuhou tyčí. Pro modelování tyče máme dva způsoby.

- 1) Pevné spojení je nahrazeno dalším elementem s extrémně vysokou tuhostí
- 2) Pomocí kinematických podmínek

První způsob se používá v [9]. Je to jednoduché řešení, které se běžně v konečněprvkových programech používá. Bohužel tuhost pevných spojení musí být mnohem větší než tuhost ostatních (reálných) elementů a to vede ke špatně podmíněné matici tuhosti. Proto využíváme druhého způsobu, kdy pevná spojení jsou formou kinematických okrajových podmínek. Matematicky jsou tyto podmínky popsány následovně:

$$u_{x}^{s} = u_{x}^{m} - \phi_{y}^{m} \Delta z + \phi_{z}^{m} \Delta y$$

$$u_{y}^{s} = u_{y}^{m} - \phi_{z}^{m} \Delta x + \phi_{x}^{m} \Delta z$$

$$u_{z}^{s} = u_{z}^{m} - \phi_{x}^{m} \Delta y + \phi_{y}^{m} \Delta x$$

$$\phi_{x}^{s} = \phi_{x}^{m}$$

$$\phi_{y}^{s} = \phi_{y}^{m}$$

$$\phi_{z}^{s} = \phi_{z}^{m}$$
(22)

kde $\left[u_x^s, u_y^s, u_z^s, \phi_x^s, \phi_y^s, \phi_z^s\right]$ je 6 stupňů volnosti pro vedlejší bod (3 posuny a 3 pootočení), $\left[u_x^m, u_y^m, u_z^m, \phi_x^m, \phi_y^m, \phi_z^m\right]$ jsou odpovídající stupně volnosti pro hlavní bod. Pootočení ϕ jsou rotace kolem osy uvedené jako dolní index a jsou kladná. Vedlejší a hlavní bod mají souřadnice $\left[x_s, y_s, z_s\right] a \left[x_m, y_m, z_m\right]$ takové, že

$$\Delta x = x_m - x_s$$

$$\Delta y = y_m - y_s$$

$$\Delta z = z_m - z_s$$
(23)

Předešlé rovnice vyjadřují situaci, kdy všechny stupně volnosti vedlejšího bodu jsou napojeny na všechny stupně volnosti hlavního bodu. To je například spojení mezi horním koncovým uzlem nosníku simulujícího nosnou zeď a uzlu nad vrcholem stěny ležícím uprostřed stropu. Dalším příkladem je spojení parapetního elementu s bodem příslušejícímu tomuto parapetu v nosné zdi.

Někdy uvedené rovnice platí pouze pro některé stupně volnosti. Například u stropních desek, které mají velmi vysokou horizontální tuhost a naopak vertikální tuhost je zanedbatelná. Proto potřebujeme propojit pouze vodorovné stupně volnosti. Rovnice (22) se nám potom redukuje na

$$u_x^s = u_x^m - \phi_y^m \Delta z + \phi_z^m \Delta y$$

$$u_y^s = u_y^m - \phi_z^m \Delta x + \phi_x^m \Delta z$$

$$\phi_x^s = \phi_x^m$$
(24)

Výše uvedené podmínky jsou generovány automaticky (na základě uzlových souřadnic elementů) a stupně volnosti vedlejších bodů jsou odstraněny již v průběhu vytváření matice tuhosti konstrukce. Ta pak obsahuje jen řídící rovnice pro hlavní stupně volnosti a je tedy dobře podmíněná.

V případě svislých nosníků jsou hlavní body obvykle umístěny na vrcholu a pod každým svislým nosníkem na úrovni střednic stropů. Tyto hlavní body jsou pak spojeny s vedlejšími body, tj. koncovými uzly samotných nosníků. Pro vodorovné nosníky jsou koncové uzly elementu vedlejšími body a hlavní uzly jsou umístěny v průsečíku těchto

(vodorovných) elementů (simulujících překlady, parapety) a svislých elementů (nosných stěn). V tomto případě jsou svislé stěny rozděleny na více částí.



Obr. 14: Numerický model

5.3 Nelineární analýza

K nelineárnímu řešení se používá řešič programu ATENA [2]. Jeho hlavní princip je založen na metodě prediktor-korektor. Prediktor je založen na čistě lineárním elastickém řešení, naopak korektor je nelineární a zohledňuje doporučení Eurokódu 6. Podobný přístup se používá také pro železobetonové prvky, ale zohledňuje Eurokód 2 (viz Obr. 15 a Obr. 16).



Obr. 15: Nelineární řešení – a) pracovní diagram dokonvergovaného kroku, b) pracovní diagram pro jednotlivé iterace.



Obr. 16: Nelineární řešení

Materiály pro zdivo a beton používají nelineární materiálové zákony (viz [17]) a výpočet je řešen iterativně jako

$$\Delta \underline{u}_{i} = \mathbf{K}_{i-1}^{-1} \left[\underline{P} - \underline{F}_{i-1} \right]$$
(25)

$$\underline{u}_i = \underline{u}_{i-1} + \Delta \underline{u}_i \,, \tag{26}$$

kde *K* je matice tuhosti konstrukce, *i* se vztahuje k číslu kroku(iteraci), <u>u</u> je vektor posunutí a <u>*F*</u> a <u>*P*</u> jsou vektory vnitřních a vnějších uzlových sil, tudíž v novém kroku (iteraci) hledáme nové posunutí Δu odpovídající nevyvážené síle <u>*P*</u> – <u>*F*</u>_{*i*-1}.

Ve fázi prediktor je matice tuhosti K v každém zatěžovacím kroku konstantní. Pro korektor se nejprve vypočítají vnitřní síly použitím následujících rovnic:

Posuzování zděných staveb na seizmicitu metodou postupného přitěžování

$$\underline{F}_{i}' = \underline{F}_{i-1} + \boldsymbol{K}_{i} \Delta \underline{u}_{i}$$
⁽²⁷⁾

Poté se iteruje přes všechny elementy a provádí se jejich kontrola, jestli jejich zatížení nepřekročí jejich mezní únosnost

$$\underline{F}_{i} = check \ MNT(\underline{F}_{i}') \tag{28}$$

Pokud k tomu dojde, koncové uzlové síly elementu jsou sníženy. Toto snížení však nesmí porušit rovnováhu vnitřních sil na elementu, proto snížení sil (uzlových sil či momentu) je často doprovázeno redistribucí sil do okolních elementů, viz [1].

5.4 Timošenkův nosník

Stěny, sloupy, překlady a výztužné věnce jsou modelovány pomocí geometricky lineárních konečněprvkových nosníků. Průřez nosníků během zatěžování zůstává rovinný, i když ne nutně kolmý ke střednici. Pootočení jsou počítána jako derivace posunů a na rozdíl od Kirchhoffova nosníku Timošenkův počítá také se smykovými deformacemi γ_{xz} , γ_{yz} . Nevýhodou za tento přesnější výpočet a dobré chování ve smyku je jeho složitější formulace a vyšší výpočetní náročnost. Element může být použit pro výpočet jak úzkých, tak širokých prvků konstrukce (dlouhé nosné stěny stejně jako nadokenní překlady, věnce, atd.)

Element se v systému ATENA označuje jako "CCBeam" a je podrobněji pospán v [2]. Element má na každém svém konci šest stupňů volnosti (tři posuny, tři rotace). Všechny jsou vztaženy ke globálnímu souřadnicovému systému. Vnitřně je však element počítán v souřadnicovém systému lokálním následujícím způsobem:

- 1. Jeho podélná (lokální) osa *x*' se shoduje s osou stěny (z jednoho koncového bodu do druhého)
- Druhá lokální osa, tj. z' je kolmá k x'. Vodorovné elementy mají tuto osu rovnoběžnou s globálním z. Pro ostatní elementy z' je natočena v globální x-z a y-z rovině v závislosti na tom, zda je úhel natočení prvku (natočení stěny) v rozmezí 0-45, 135-225 nebo 315-360 stupňů nebo je mimo tyto rozsahy.

Výsledné deformace elementů jsou určeny v globálním souřadnicovém systému. Napětí a přetvoření jsou vykreslovány v lokálních souřadnicových systémech každého prvku.

Elementy používají kubickou interpolaci posunutí a nezávislé kvadratické interpolace rotací ve směru střednice.

5.4.1 Vyhodnocení faktoru poškození elementu CF

Jako vlastnost každého elementu byl zaveden faktor poškození elementu, který nám naznačuje, jak moc se element liší od elastického stavu. Má rozmezí hodnot 0 až 1 od plně nepoškozeného po plně poškozený element. Počítá se jako

$$CF = 1 - \min\left[\frac{\max(\Delta F_{j}^{i}, \Delta F_{j+6}^{i})}{\max(K_{jk}^{i} \Delta u_{k}^{i}, K_{j+6k}^{i} \Delta u_{k}^{i})}\right], \ j, k = 1..6 \quad ,$$
(29)

kde *i* je číslo kroku, *j* je stupeň volnosti levého bodu elementu, *j*+6 je stupeň volnosti pravého bodu elementu., ΔF_j^i je změna síly v kroku *i* stupeň volnosti *j*, K_{jk}^i je matice tuhosti elementu *j*, *k* v kroku *i*. Faktor poškození *CF* je tedy definován jako 1 mínus poměr přírůstku sil v elementu a s materiálovou nelinearitou z aktuálního kroku.

5.4.2 Stav poškození

Jedná se vlastně o síly, které již překonaly limity únosnosti prvku a tím i původně vypočítané hodnoty na základě lineární pružnosti musely být sníženy. Selhané veličiny jsou označovány takto: M – únosnost v ohybu dosažena, plastické chování v ohybu. V – únosnost ve smyku dosažena, plastické chování ve smyku. MV – dosažena únosnost ve smyku i v ohybu, plastické chování pro ohyb i smyk. FD - celková únosnost v ohybu vyčerpána, plné selhání v ohybu. SD - celková únosnost ve smyku vyčerpána, plné selhání v ohybu. SD - celková únosnost ve smyku vyčerpána, plné selhání v ohybu.

6 NELINEÁRNÍ MODEL ZDIVA

Národní modifikace programu obsahují data pro všechny cihelné produkty firmy Wienerberger v jednotlivých zemích. Jestliže není kombinace cihly a malty otestována laboratorně, jsou materiálové parametry dopočítávány z následujících rovnic.

Pevnost zdiva:

U cihel pro přesné zdění

$$f_k = K f_b^{\alpha} f_m^{\beta} \tag{30}$$

Pro ostatní

$$f_k = K f_b^{\alpha} \tag{31}$$

Parametr *K* se bere z tabulky 3.3 v EN 1996-1-1, případně z národního dodatku patřičné země. Indexy α , β jsou převzaty z národní přílohy.

Smyková pevnost zdiva se spočítá jako minimum z těchto výrazů:

$$f_{vk} = \min(r f_{vko} + \phi_{vk} \sigma_d, f_{vlt})$$
(32)

Kde r = 0.5 pro cihly typu pero a drážka, r=1.0 pro ostatní

 $f_{vlt} = 0.045 f_b$, pro cihly typu pero a drážka, = $0.065 f_b$, pro ostatní

 $f_{\nu k0}$ je parametr z tabulky 3.4. z EN 1996-1-1

 ϕ_{vk} představuje koeficient tření pro výpočet zdiva pevnosti ve smyku. Obvykle se rovná 0.4 (viz národní dodatky)

Elastický modul zděné stěny:

$$E = K_E f_k \tag{33}$$

K_E z tabulky 3.7.2. z EN 1996-1-1

Smykový modul zděné stěny:

$$G = K_G E \tag{34}$$

 K_{G} z tabulky 3.7.3. z EN 1996-1-1

Ohybové pevnosti f_{xk1} a f_{xk2} nejsou používané, jelikož se ohyb uvažuje v obecném směru, a je kontrolován na obecném MN interakčním diagramu pro ohyb. Pevnost v ohybu pro zděné stěny je stanovena stejným způsobem jako pro železobeton (kapitola 6.2).
6.1 Smyková únosnost

Pro výpočet únosností se používá standardní algoritmy programu ATENA [2]. Hlavní principy jsou následující. Smyková únosnost se posuzuje podle

$$V_{rd} = t l_c f_{vd} + r_h f_{yd} \frac{A_{sw}}{s} l_w + r_v f_{yd} A_{asc} \le f_{yvd,\max} t l$$
(35)

kde:	$f_{\scriptscriptstyle vd}$, $f_{\scriptscriptstyle yd}$	jsou návrhové smykové pevnosti pro zdivo a výztuž
	A_{sw}	je plocha smykové výztuže
	A_{asc}	je plocha smykové výztuže v tlačené oblasti
	$f_{yvd,\max}$	je maximální smyková pevnost výztuže
	t	tloušťka stěny
	l_c	délka tlačené části průřezu
	r_h	koeficient pro smykovou pevnost vodorovné výztuže = 0,9
	l_w	délka stěny
	ľ _v	koeficient pro smykovou pevnost svislé výztuže = 0

Nakonec jsou pevnosti porovnány se spočtenými silami v konstrukci. Je-li maximální smyková pevnost dosažena, předpokládá se, že se stěna bude chovat plasticky, dokud nebude překročena mezní hodnota smykového posunu (viz Obr. 17). Mezní hodnoty smykových posunů jsou vidět např. na Obr. 17.



Obr. 17: Idealizovaný graf chování zděné stěny ve smyku. V
r – síla ve smyku, γ – smyková deformace

6.2 Ohybová únosnost

Vlastní posouzení sil se provádí podle příslušného Eurokódu (zdivo, železobeton). Zde si ukážeme postup pro případ zděných vyztužených stěn. Železobetonové prvky jsou posuzovány podobně.



Obr. 18: Průřez zatížený podélným a bočním zatížením

Program kontroluje návrhové/reálné zatížení na třech místech každého konečného prvku, konkrétně na obou koncích a v polovině délky. Typický průřez je znázorněn na Obr. 18. Obrázek ukazuje:

- Síly a momenty pro zatížení a únosnost
- Lokální souřadnicový systém *x*, *y*, *z*. Osa *x* se shoduje s osou elementu.
- Otočený souřadnicový systém x', y', z'. Osa x' se shoduje s osou x a osy y', z' jsou pootočeny o úhel α od os y, z:

$$\alpha = \operatorname{atan}\left(\frac{M_z}{M_y}\right)$$

$$M_{y'} = \cos(\alpha)M_y + \sin(\alpha)M_z \qquad (36)$$

$$M_{z'} = -\sin(\alpha)M_y + \cos(\alpha)M_z$$

Všimněme si, že pokud $M_{z'} = 0$, stačí posuzovat jen $M_{y'}$. To je hlavní důvod použití tohoto otočeného souřadnicového systému pro posouzení maximálního zatížení.

- Souřadnicový systém x", y", z". Osa x" se rovná ose x, osa y" odpovídá neutrální ose průřezu (NU), tj. místu kde podélné přetvoření je $\varepsilon_x = 0$. Tento souřadnicový systém je použit pro výpočet přetvoření a napětí.
- Průběh přetvoření ε_x po průřezu.

- Průběh napětí σ_x ve zdivu/betonu. Napětí v tahu je zanedbáváno. Napětí v tlaku je předpokládáno konstantní po celé délce tlačené části zredukované faktorem λ .
- η ... počáteční hodnota = 0,8
- Průběh napětí σ_x výztuže. Závisí na ε_x , modul pružnosti výztuže E_{yd} a pevnost výztuže f_{yd} . Může být použit model elastickoplastický nebo elastickoplastický se zpevněním.

Postup kontroly sil a momentů je možné shrnout do následujících kroků:

- 1. První věc, kterou musíme udělat, je výpočet návrhových parametrů materiálu z odpovídajících charakteristických hodnot. To nelze počítat dopředu, jelikož se hodnoty liší podle aktuální síly v elementu.
- 2. Další krok je výpočet celkových sil a momentů, pro které má být průřez posuzován. Typicky je to při dopočítávání momentů (štíhlost, excentricita). V krajních bodech elementu se přidávaná excentricita uvažuje jako 0.05*b*. Pro prostřední průřez se použije složitější výraz pro vybočení nosníku. Také se zahrne redukce zatížení momentem v důsledku elastického ohybu elementu. Tato redukce je však použitelná pouze pro ohyb mimo rovinu.
- 3. V dalším kroku je geometrie a zatížení elementu transformováno do souřadnicového systému x', y', z'. Jak již bylo zmíněno dříve, v tomto systému je $M_{z'} = 0$, takže pro ohyb je průřez kontrolován jen pro normálovou sílu N a moment $M_{y'}$. Viz níže.
- 4. Dále je ověřena smyková pevnost. Viz kapitola 6.1.
- 5. Dalším krokem je ověření maximálních přetvoření pro ohyb a smyk. Pokud jsou tato přetvoření překročeny, jsou odpovídající síly / momenty nastaveny na nulu. Chování v řezu se předpokládá dokonale pružné / plastické až do okamžiku, kdy je dosaženo maximálního přetvoření v ohybu ϕ_{lim} .
- 6. Porovnání momentů únosnosti. Pokud je nutné, tak jejich redukce.
- 7. Poslední krok je transformace všech sil a momentů zpět do lokálního souřadného systému elementu a přepočet rovnováhy všech sil a momentů na element.



Obr. 19: Idealizované bi-lineární chování průřezu v ohybu

M-N diagram průřezu

V kroku 3 předešlého postupu bylo zmíněno posouzení M a N (resp. ohybové únosnosti). To se v materiálu provádí pomocí M-N diagramu. Pro každý úhel α je nutné sestrojit nový M-N diagram.



Obr. 20: M-N diagram průřezu

Pro diagram se vypočte šest párů maximálních hodnot pro normální sílu N a ohybový moment M'. Tyto body jsou vztaženy k maximálním přetvořením v nejvíce vzdálených bodů průřezu od neutrální osy.

Bod 1 se počítá pro případ čistě tlakového namáhání nosníku $\varepsilon_{mu} = \varepsilon_{yd} = -0.002$ (hodnota závisí na hodnotě konkrétního materiálu). Bod 6 je podobný jako bod 1, jen je uvažován čistý tah. $\varepsilon_{mu} = \varepsilon_{yd} = \frac{f_{yd}}{E_{yd}}$, (tj. limitní přetvoření před tečením výztuže). Bod 2 je při maximálním přetvoření $\varepsilon_{mu} = -0.0035$ (přesná hodnota závisí na zvoleném materiálu) a maximální napětí $\varepsilon_{sy} = 0$. Bod 3 je také při maximálním přetvoření $\varepsilon_{mu} = -0.0035$, ale při maximálním napětí $\varepsilon_{yd} = \frac{f_{yd}}{E_{yd}}$. Bod 4 je při $\varepsilon_{mu} = -0.0035/3$. a $\varepsilon_{yd} = f_{yd,max} = 0.01$. Bod 5 $\varepsilon_{mu} = -0.0035$ a $\varepsilon_{yd} = f_{yd,max} = 0.01$.

Výpočet každého z bodů se provádí iterativně, jelikož není známá pozice y", z" souřadného systému (úhel natočení β), pro které platí $M_{z^*} = 0$.

Spočtenými šesti M-N body se proloží křivka. Křivka tedy udává pro danou normálovou sílu N maximální momentovou únosnost M_{y^i} , která je porovnávána s požadovaným momentem M_{y^i} . Je-li požadovaný moment menší, než je únosnost řezu, není potřeba nic redukovat. Pokud je větší, je potřeba ho snížit na hodnotu maximálního momentu.

M-N diagramy se počítají v každém kroku (iteraci) znovu nebo je lze ukládat pro zrychlení výpočtů. Pro blízké úhly α lze provádět pouze interpolaci mezi dvěma diagramy. Pokud je úhel odlišný víc, spočítá se nový diagram a opět se uloží pro pozdější využití. Tato optimalizace dokáže zrychlit výpočet zhruba desetkrát.

7 GENERACE VÝPOČETNÍHO MODELU

Úkolem generace výpočetního modelu je převést vstupní zadání inženýra (většinou výkresová dokumentace k domu) na model konečných prvků zohledňující metodu ekvivalentního rámu (viz Obr. 21).



Obr. 21: Generace výpočetního modelu

Dalším úkolem je, aby tento výpočetní model vyhovoval pro všechny země používající Eurokód 8. Jelikož každá země má vlastní národní dodatky, je potřeba přizpůsobit tomu i práci s koeficienty, které jsou pro každý dodatek jiné. Stejně tak v každé zemi jsou specifické cihelné výrobky s vlastními materiálovými parametry. Byla proto vytvořena databáze výrobků a národních norem. V současnosti je databáze prozatím pro tyto země: Rakousko, Belgie, Bulharsko, Chorvatsko, Česká republika, Francie, Německo, Maďarsko, Rumunsko, Slovensko a Slovinsko, viz Obr. 23. Při založení projektu lze zvolit, pro kterou z nich chceme model posuzovat, a všechny národní proměnné se nám automaticky zaktualizují. Na Obr. 22 je vidět návaznost konstant z programové databáze dále v řešení. Bližšímu pohledu na tuto databázi se věnuji v kapitole 7.7.



Obr. 22: Diagram využití normových a uživatelských hodnot



Obr. 23: Dialog výběru národních norem

7.1 Geometrický model budovy

Geometrický model budovy je tvořen ze tří prvků. Jedná se o zdi (sloupy), okna (dveře) a stropy.

Pro každý geometrický prvek je potřeba zadat základní parametry (viz Obr. 24). Pro stěnu je to její délka, šířka a výška. Dále umístění jejího spodního středového bodu v prostoru (Xg, Yg, Z0). Následně její rotace vůči globální ose X a excentricita zatížení na tuto stěnu (jak v rovině, tak mimo rovinu stěny). Naposled i výběr materiálu, z jakého je tvořena. Příklad parametrů je vidět na Obr. 25.



Obr. 24: Parametry zui (sloupu	Obr. 24:	Parametry zdí	(sloupů
--------------------------------	----------	---------------	---------

Vše #	Délka [m]	Šířka [m]	Výška [m]	Xg	Yg	Z0	Rotace	Excentricita v rovině [m]	Excentricita mimo rovinu [m]	Materiál	
1	1,000	0,300	2,000	-1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	Wall	•
2	1,000	0,300	2,000	1,000	0,000	0,000	0,000	-0,000	0,000	Wall	-

Obr. 25: Dialog definice zdí (sloupů)

Pro okna jsou parametry velice podobné jako pro zdi (viz Obr. 26). Navíc přibývá ještě výška parapetu a výška otvoru (okna nebo dveří). Také je nutné definovat, z jakého materiálu je parapet a z jakého horní překlad. Pokud není horní překlad na dotyku se

stropem, použije se ještě nad překladem část zdiva ze stejného materiálu, jako je parapet. Příklad zadaného okna viz Obr. 27.



Obr. 27: Dialog definice oken (dveří)

Poslední bod představuje definice stropů. Pro ty je potřeba krom jejich pojmenování určit jejích tloušťku (výšku), souřadnici Z, ve které se nachází spodní plocha stropu, materiál ze kterého je věnec a body geometrie (viz Obr. 28). Pokud je zvolen materiál pro věnec, nad všemi zdmi, které na sebe navazují, se vytvoří věnce (horizontální elementy s vyztužením). Příklad zadaného stropu je na Obr. 29. Body geometrie jdou lehce definovat. Editace geometrie obsahuje tabulku bodů, linií, dále seznam bodů, které definují otvory ve stropě a nakonec náhled na konstrukci (viz Obr. 30). V náhledu se zobrazují všechny nosné zdi (nenosné se nezobrazují) z podlaží pod stropem i nad stropem. Detailnějšímu popisu tohoto dialogu se budu věnovat později v kapitole 7.4.1 Zatěžovací plochy stropních desek.



Obr. 28: Parametry stropů

Vše #	Jméno	Plocha [m2]	Výška [m]	Počet bodů geometrie	Počet zatěžovacích ploch	Z	Věnec	
35	Planseu 0,000 - 2,880	104,813	0,130	4	1	2,750	CB25x25	•
70	Planseu 2,880 - 5,760	104,813	0,130	4	1	5,630	CB25x25	•
105	Planseu 5,760 - 8,640	104,813	0,130	4	1	8,510	CB25x25	•
140	Planseu 8,640 - 11,520	104,813	0,130	4	1	11,390	CB25x25	•

Obr. 29: Dialog definice stropů

Všechny tyto prvky geometrie modelu jdou zároveň přidat manuálně a zároveň lze provést i import z připraveného *.dxf souboru v libovolném CAD programu. Dialog pro import z DXF je vidět na Obr. 31.

Jako první je nutné načíst *.dxf soubor. Pro každé patro je nutné mít vyrobené tři vrstvy. Jedna pro zdi, druhá pro okna a třetí pro stropy. Tyto vrstvy by měly mít stejné souřadnice (kresleny přes sebe). Zdi a okna by měly být zakresleny rovnoběžnými obdélníky. Okna by měla být definována tak, že po obou stranách okna by se měla nacházet nosná stěna. Stropy jsou definovány jako sada linií. Linie by měly rozdělovat strop do určitých částí. Toho je používáno pro distribuci zatížení do jednotlivých zdí (viz 7.4.1).

🔜 G	eome	etrie stropu					
Во	dy			Linie			Náhled
	/še #	Х	Y	Vše #	Od	Do	
	0	62,87	18,66	0	0	1	
	1	72,62	18,66	1	1	2	
	2	72,62	7,91	2	2	3	
	3	62,87	7,91	3	3	0	
	itřní b lic	Přidej obvorů X	Vymaž Y	Přidej Vymaž	dej Vyř Vyř Tolerance	Vymaž eš konfilkty :: 0,01	V Zobraz všechny zdi Zobraz přilehlé zdi nad Zobraz přilehlé zdi pod V Zobraz popis bodů V Zobraz popis linií
							ОК

Obr. 30: Dialog definice stropů geometrie

Import	z DXF - C:\/	AmQuake\E	kamples\Te	sting_dxf\s	imple_amquak	e_model_A.	dxf, 7 vrstvy				
Zadání p	odlaží		Zadání zd	li			Náł	nled		Načti DXF	
Počet po	dlaží	1	Vrstva:		Walls		- F	<u>г</u> анияния и конструкция и к		Vlež enemetrii	
70 (kota	podlaži)[m]:	0	Standar	tní hodnoty:						vioz geometrii	
Material: Porotherm +							•			Cancel	
H (vyska 2,750 Excentricita v rovině: 0,05										Posuň	
Jednotk	y allow		Excendicial virovine. 0,05						_	Posuň	_
Zaslasvislavića (p.).					0,05			П		X: 0	_
Zaokrouh	nlování [m]:	0,01								Y: 0	
						Použ	ĭt			Posuň do těžiště	
						Vyma	až				
lactena (geometrie										
Steny a	sloupy Ok	na a dvere	Stropy								
Nic #	Délka [m]	Šířka [m]	Výška [m]	Xg	Yg	ZO	Rotace	Excentricita v rovině [m]	Excentricita mimo rovin [m]	iu Materiál	
1	1,88	0,25	2,75	242,704	533,228	0,000	0,000	0,050	0,050	Porotherm	-
2	2,88	0,25	2,75	242,204	538,978	0,000	0,000	0,050	0,050	Porotherm	•
3	1,88	0,25	2,75	236,829	533,228	0,000	0,000	0,050	0,050	Porotherm	•
4	2,38	0.25									
		0,25	2,75	235,891	534,416	0,000	90,000	0,050	0,050	Porotherm	
5	2,00	0,25	2,75 2,75	235,891 239,766	534,416 533,228	0,000	90,000	0,050 0,050	0,050 0,050	Porotherm Porotherm	•
5	2,00 2,88	0,25	2,75 2,75 2,75	235,891 239,766 237,329	534,416 533,228 538,978	0,000	90,000 0,000 0,000	0,050 0,050 0,050	0,050 0,050 0,050	Porotherm Porotherm Porotherm	•
5 6 7	2,00 2,88 2,37	0,25 0,25 0,25 0,25	2,75 2,75 2,75 2,75 2,75	235,891 239,766 237,329 235,891	534,416 533,228 538,978 537,791	0,000 0,000 0,000 0,000	90,000 0,000 0,000 90,000	0,050 0,050 0,050 0,050	0,050 0,050 0,050 0,050	Porotherm Porotherm Porotherm Porotherm	•
5 6 7 8	2,00 2,88 2,37 2,38	0,25 0,25 0,25 0,25 0,25	2,75 2,75 2,75 2,75 2,75 2,75	235,891 239,766 237,329 235,891 243,641	534,416 533,228 538,978 537,791 534,416	0,000 0,000 0,000 0,000 0,000	90,000 0,000 0,000 90,000 90,000	0,050 0,050 0,050 0,050 0,050	0,050 0,050 0,050 0,050 0,050	Porotherm Porotherm Porotherm Porotherm Porotherm	• • •
5 6 7 8 9	2,00 2,88 2,37 2,38 2,37	0,25 0,25 0,25 0,25 0,25 0,25	2,75 2,75 2,75 2,75 2,75 2,75 2,75	235,891 239,766 237,329 235,891 243,641 243,641	534,416 533,228 538,978 537,791 534,416 537,791	0,000 0,000 0,000 0,000 0,000	90,000 0,000 0,000 90,000 90,000 90,000	0,050 0,050 0,050 0,050 0,050 0,050	0,050 0,050 0,050 0,050 0,050 0,050	Porotherm Porotherm Porotherm Porotherm Porotherm Porotherm	
5 6 7 8 9	2,00 2,88 2,37 2,38 2,37	0,25 0,25 0,25 0,25 0,25 0,25	2,75 2,75 2,75 2,75 2,75 2,75 2,75	235,891 239,766 237,329 235,891 243,641 243,641	534,416 533,228 538,978 537,791 534,416 537,791	0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000	90,000 0,000 0,000 90,000 90,000 90,000	0,050 0,050 0,050 0,050 0,050 0,050	0,050 0,050 0,050 0,050 0,050 0,050	Porotherm Porotherm Porotherm Porotherm Porotherm Porotherm	
5 6 7 8 9	2,00 2,88 2,37 2,38 2,37	0,25 0,25 0,25 0,25 0,25 0,25	2,75 2,75 2,75 2,75 2,75 2,75 2,75	235,891 239,766 237,329 235,891 243,641 243,641	534,416 533,228 538,978 537,791 534,416 537,791	0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000	90,000 0,000 90,000 90,000 90,000 90,000	0,050 0,050 0,050 0,050 0,050 0,050	0,050 0,050 0,050 0,050 0,050 0,050	Porotherm Porotherm Porotherm Porotherm Porotherm Porotherm	

Obr. 31: Dialog import z DXF



Obr. 32: Příklady definice zdí ve vrstvách DXF a) zdi, b) okna, c) strop

Pro definici oken a zdí je také možné využít jednu z alternativních metod zadávání pomocí diagonál. Zdi (okna) definované jen pomocí jedné z diagonál musejí být rovnoběžné s osou x, resp. Y. Ty, co jsou definované pomocí dvou úseček protínajících se v jejich středech, mohou definovat i zeď, která je pootočená. Příklady definice zdí jsou na Obr. 33. Příklady vrstev v DXF jsou zobrazeny na Obr. 32.

Pro import každé vrstvy je nutné vybrat, jaká entita se má načítat a poté zvolit příslušnou vrstvu v DXF. Po tomto výběru se zobrazí všechny úsečky a obdélníky převedené do zdí v tabulce a v náhledu. Může se provést ruční manuální korekce, přiradit excentricity, materiál, atd. Toto je nutné zvolit pro všechny prvky (zdi, okna, stropy). Celé patro je možné také vložit vícekrát nad sebe. Zvolí se výška patra a základní kóta podlaží. Pro modely v jiných jednotkách než metrech lze tyto jednotky zvolit a všechny rozměry se automaticky přepočítají.

Postup inženýra v případě exportu DXF souboru z CAD programu je následující. Přes půdorys objektu (viz Obr. 34) si vytvoří novou výkresovou vrstvu, např. pro zdivo. Následně všechny nosné zdi označí nějakým výše uvedeným způsobů definice zdí. Příklad takové vrstvy je vidět na Obr. 35. To samé se následně provede pro všechny okenní a dveřní otvory (Obr. 36). Nakonec je možné ještě přesnější definice zatěžovacích obrazců. Tím jde předdefinovat, do jakých zdí půjde jaká část (plocha) zatížení ze stropu nad zdmi. Příklad takového rozmístění je vidět na Obr. 37.



Obr. 33: Příklady definice zdí v DXF



Obr. 34: Příklad vytváření vrstev v DXF pro import - půdorys RD



Posuzování zděných staveb na seizmicitu metodou postupného přitěžování

Obr. 35: Příklad vytváření vrstev v DXF pro import - půdorys RD – vrstva pro nosné zdi (je zvolen způsob označování zdí pomocí jejich úhlopříček)



Obr. 36: Příklad vytváření vrstev v DXF pro import - půdorys RD – vrstva pro okenní a dveřní otvory



Obr. 37: Příklad vytváření vrstev v DXF pro import - půdorys RD – vrstva pro zatěžovací obrazce (pro každou nosnou zeď jsem tímto zvolil přesnou část stropu, která je těmito zdmi nesena).

7.2 Výpočetní model

V této kapitole se podíváme na postupy, které program používá k přeměně geometrického modelu na výpočetní. Na Obr. 38 je znázorněn průběh automatické tvorby konečně prvkové sítě.



Obr. 38: Diagram výroby výpočetního modelu

Program automaticky převede konstrukci na model konečných prvků odpovídající metodě ekvivalentního rámu. Po nagenerování je síť zobrazena a je možné ještě její vygenerované body, elementy a pevné příčle modifikovat manuálně. Jednotlivé parametry budou popsány v kapitolách dále.

7.2.1 Základní síť

Nejjednodušším prvkem sítě je přeměna jednoduché zdi (Obr. 39). Program ji nahradí jedním elementem. Spodní body všech zdí, které se vyskytují v nejnižším podlaží, se v posledním kroku výroby sítě pevně vetknou. Horní body zdí jsou připojeny pomocí pevné příčle do těžiště patra (viz kapitoly níže). Zatížení od vlastní váhy každé zdi se rozděluje v poměru 50:50 do horního a spodního bodu elementu.



Obr. 39: Tvorba sítě pro jednoduchou stěnu



Obr. 40: Tvorba sítě pro dvě jednoduché stěny a okno

Na Obr. 40 je vidět napojení dvou stěn a okna. Pro každé okno se v jeho okolí vyhledávají dvě sousední stěny, na které se okno ukotví. Po nalezení těchto zdí jsou jejich elementy rozděleny ve výšce, která odpovídá výšce středu horizontálního prvku okna (parapet, překlad, nad překladové zdivo). Následně jsou tyto dva body spojeny pevnou příčlí. Síly od zatížení vlastní váhou se dávají do krajních bodů horizontálních elementů.



Obr. 41: Tvorba sítě pro jednopatrovou budovu, použití výztužných věnců.

Na dalším obrázku je vidět napojení výztužných věnců po obvodě napojujících se stěn a oken (Obr. 41). Napojení věnců se děje automaticky, a je proto důležité rozmyslet rozmístění stěn. Věnec se vytvoří všude tam, kde jsou dvě stěny řádně na sebe napojeny (v rámci tolerance). Z tohoto obrázku je také patrné napojení nosných stěn na centrální bod, který se nachází v těžišti stropu. Do tohoto bodu (bodů v případě více pater) je v seismické analýze vnášen předepsaný posun.

7.2.2 Chování desky stropu

Jak již bylo zmíněno, každá nosná zeď má horní bod napojený pevnou příčlí na bod, který je průnikem osy elementu zdi a střední rovinou stropu. Tyto body od všech zdí jsou napojeny na centrální bod stropu. Toto napojení je uskutečněno také pomocí pevné příčle (viz výše). Hlavní (řídící) bod je v tomto případě bod centrální a všechny body od nosných zdí jsou vedlejší (tudíž závislé na posunutí a pootočeních bodu hlavního). Modelace stropu umožňuje dva typy jeho chování. Přepíná se přepínačem "Stropy bez ohybové tuhosti" a znamená to, že membránový účinek stropu se uvažuje pouze v horizontálním směru, tj. v rovině stropu, přičemž ohybová tuhost se předpokládá nulová (pevná příčle drží pouze vodorovné posuny a pootočení kolem svislé osy domu). Tento model je vhodný například pro dřevěné stropy. Opačný případ je pevné držení všech stupňů volnosti (betonový strop)

7.2.3 Sevřené zdivo

V seismicky více aktivních oblastech (speciálně v Rumunsku a Slovinsku) se jako častý stavební prvek používá sevřené zdivo. Sevřené zdivo je zdivo, které je ve své rovině podél všech čtyř okrajů sevřeno prvky (sloupy a nosníky) ze železobetonu nebo vyztuženého zdiva. Pro sevřené zdivo platí podle [5] některá omezení a doporučení, např. jeho vybetonování je nutné až po vyzdění zdiva nebo že průřez svíracích prvků by neměl být menší než 150 mm. Svislé svírací prvky by měly být umístěny u volných okrajů každého nosného stěnového prvku, u obou stran otvoru přesahujícího 1,5 m²,

uvnitř stěny pokud její délka je větší než 5 m a v místech křížení nosných stěn. Některé další požadavky jsou v [5]. Příklady konstrukcí využívající sevřené zdivo jsou na Obr. 42 a Obr. 43.



Obr. 42: Konstrukce ze sevřeného zdiva



Obr. 43: Konstrukce ze sevřeného zdiva

Program AmQuake umí sevřené zdi modelovat několika způsoby:

- jedna zeď z vyztuženého zdiva s vertikální výztuží umístěnou v patřičné pozici (Model RM - Reinforced Masonry) Viz Obr. 45 a Obr. 44 vpravo nahoře.
- 2) rozdělením každé zdi na několik zdí (sloupků). Krajní sloupky jsou z vyztuženého zdiva, zatímco středy zdí jsou z nevyztuženého zdiva (Model RM2).
- rozdělením každé zdi na několik zdí (sloupků). Krajní sloupky jsou z vyztuženého betonu, zatímco středy zdí jsou z nevyztuženého zdiva. (Model CM - Confined Masony) Viz Obr. 46 a Obr. 44 vpravo dole.

Modely RM2 a CM potřebují k definici mít každou sevřenou zeď rozdělenou na patřičné elementy. Nicméně tyto elementy jsou logické součásti zdi, takže jdou jednoduše namodelovat importem DXF výkresu z nějakého CAD programu.

Obecně lze říci, že model RM bude poskytovat vyšší seismickou kapacitu. RM model také více vyhovuje současnému způsobu výpočtu smyku a pevnosti v ohybu pro sevřené zdivo. Definice tohoto modelu je však v programu náročnější. Problém nastává u rohových sloupků nebo sloupků, kde se sbíhá více zdí. V tomto případě je potřeba, aby se odpovídajícím způsobem snížila průřezová plocha výztuží v překrývajících se oblastech. Modely RM2 a CM se dají definovat jednodušeji a není tam žádný problém s překrývajícími se prvky. Nevýhodou těchto modelů je, že je podceněna smyková pevnost zdiva a tím pádem poskytují velice konzervativní výsledky, pokud jde o seizmickou bezpečnost. AmQuake umožňuje automatický převod (Obr. 47) z CM do RM modelu, tím pádem značně zjednodušuje definici RM modelu pro praktické modelování.



Obr. 44: Sevřené zdivo – typy sítí. Vpravo nahoře CM model. Vpravo dole RM model.



Obr. 45: Sevřené zdivo RM model – modelované pomocí jedné zdi s výztuží v krajích



Obr. 46: Sevřené zdivo CM model – modelované pomocí dvou sloupků a jedné střední zdi. Sloupky mohou být buď z vyztuženého betonu, nebo z vyztuženého zdiva.

Program prochází všechny zděné prvky a hledá, jestli jeho sousední zdi nejsou z železobetonu. Pokud ano a má je po obou stranách, sloučí tyto tři elementy do sebe. Zároveň hledá ještě dál pro případ, že by bylo v řadě 5,7,9, až n zdí patřící do jedné velké sevřené stěny. Pro takový element je pak vytvořen speciální materiál, který odpovídá sloučeným materiálům původních zdí. Přenos zatížení ze stopu nad zdmi je uskutečněn dle zatěžovacích obrazců do patřičného hlavního elementu.



Obr. 47: Sevřené zdivo – typy sítí – napojení rohu

Při rohovém napojení sevřených zdí by docházelo ke zdvojování tuhosti a vlastní váhy pro tyto rohové výztužné prvky. Proto se při nalezení takového výztužného rohového prvku, který je využit více stěnami, redukují jeho parametry podle počtu zdí, které ho využívají. Oba typy sítí pro rohový případ napojení jsou vidět na Obr. 47.

Dalším typem nastavení při vytváření výpočtové sítě je tzv. "XY chytrá výztuž". Jedná se o případ, kdy v rohovém výztužném sloupku je použita výztuž, která by se v tomto konkrétním případě (Obr. 47) rozdělila do dvou stěn v poměru 50:50 plochou výztuže. Jestliže je vyztužena 4 profily 12 mm, do každé stěny by šla její poloviční plocha výztuže. Což je v podstatě správně, nicméně jelikož se počítají zvlášť analýzy pro směr X a pro směr Y, je tato výztuž ve stěně, která je kolmá na směr zatěžování, nedostatečně využita. Proto při zapnuté "Chytré výztuži" se pro analýzu ve směru X vloží 100% výztuže do stěny, která v tomto směru má větší únosnost. Pro analýzu ve směru Y přesně naopak. Tak je zaručeno větší využití výztuží v těchto krajních sloupech.

7.2.4 Napojení svislých zdí z pater nad sebou

Nosné zdi pokračující v následujícím patře se napojují velice jednoduše. Jejich vertikální elementy se na sebe napojí výše popsanou pevnou příčlí. Odlišnost nastává v případě, kdy zdi na sebe nenavazují.



Obr. 48: Napojení nenavazujících zdí

Na příkladu, který je na Obr. 48 vidíme napojení zdi 1 na zdi 2 a 3. Zeď 1 je modelována elementem 1, který vespod končí bodem S1 a ten je pomocí pevné příčle připojen k bodu M1. Podobně je to s horními body zdí 2 a 3, resp. S2, S3, M2 a M3. Jak již bylo řečeno, spojení mezi Si a Mi jsou pevné příčle s přenosem všech 6ti stupňů volnosti. Tři generované pevné příčle můžeme označit jako L1(M1,S1), L2(M2,S2) a L3(M3,S3).

Trochu komplikovanější je to s pevnou příčlí L4 spojující M1, M2 a M3. Program nabízí dvě možnosti, jak je spojit:

1) Přímá pevná příčle:

Jsou vytvořeny dvě pevné příčle L4a(M1,M2) a L4b(M1, M3). Tato varianta vlastně určuje L (M2, M3), resp. jinými slovy všechny horní uzly spodních zdí jsou napevno propojeny s dolními uzly horní stěny. Všechny tyto body mají stejné posuny a otočení.

2) Inverzní pevná příčle:

Tato pevná příčle zavádí váhový součinitel (podrobněji v [2]). Tím pádem M2 a M3 nejsou navzájem napevno propojeny. Ve výsledku to znamená, že M1 je spojen s M2 a M3 ve váze závisející na průniku průřezů mezi horní a spodní stěnou

Přímé pevné příčle se hodí pro zdi, které leží v jedné rovině s velkým přesahem mezi sebou. Inverzní pevná příčle se lépe hodí pro případy, kdy zdi se dotýkají jen okraji a pro případ, kdy horní zeď má malou tuhost (např. horní zeď je kolmá na spodní). V tomto případě by držení všech stupňů volnosti vedlo k nerealistickému ztužení konstrukce.

Spojení svislých stěn, které vidíme na Obr. 48, je jedna z jednodušších situací, co se mohou naskytnout. Případy mohou nastat podstatně složitější. Pro všechny by ale měla platit následující pravidla:



Obr. 49: Napojení nenavazujících zdí – příklady 1), 2), 3)

Prochází se všechny svislé nosné stěny v modelu a kontroluje se jejich vertikální podpora.

1) Jestliže je stěna v 1NP, automaticky je podepřena. (Odebráno 6 stupňů volnosti)

2) Pokud je stěna v kontaktu (plném či částečném) s nějakou stěnou, napojí se pomocí pevné příčle, viz příklad výše.

3) Jestliže se pod stěnou žádná další stěna nenachází, program se snaží nalézt překlad či výztužný věnec pod danou zdí. Jestliže takový nalezne, rozdělí tento element na dvě části v místě pod místem těžiště stěny a napojí takto vzniklý bod k dané zdi.

4) Pokud pod danou stěnou není vůbec žádný jiný prvek. Posledním typem napojení je nalezení zatěžovacího obrazce na daném stropě, který leží těsně pod aktuální zdí (tj. obsahuje bod M1). Stěna je pak napojena na všechny stěny, které tento obrazec podpírají.



Obr. 50: Napojení nenavazujících zdí – příklad 4)

Jelikož se snažíme 3D konstrukci modelovat pomocí metody ekvivalentního rámu, jsou toto jediné možnosti, jak spojení realizovat. Je to daň za jednoduchost a rychlý výpočet, který tento postup nabízí.

7.3 Seismické zatížení

Další částí tvorby výpočetního modelu je nutnost definice základových podmínek a seizmického zatížení. Jako první si zvolíme seismickou zónu a kategorii půdy. Typy základových půd (A,B,C,D,E) jsou popsané statigrafickými profily a parametry v tabulce Tab. 3. Dále podle národního dodatku můžeme zvolit typ spektra a poměrný viskózní útlum konstrukce (odpružení) v procentech. Je-li potřeba pro zvláštní případy použít jiný poměrný viskózní útlum než 5 %, je jeho hodnota uvedena v příslušné části [5].

Dle mapy seizmických oblastí (viz Obr. 1) určíme také referenční návrhové zrychlení a_{gr}. V programu je možnost po ukázání na ikonku mapy zobrazit mapu referenčních návrhových zrychlení převzatou z odpovídajícího národního dodatku EN8.

Standard Pokročilé			
Parametry zemetřesení Seismická zóna: Kategorie půdy:	0 v A v	Referenční návrhové zrychlení (agr)[m/s^2]:	0,9
Typ spektra Poměr viskózního odpružení [%]:	5		

Obr. 51: Dialog standardního nastavení	parametrů zemětřesení
--	-----------------------

			Parametry	
Тур	Popis stratigrafického profilu	ν _{s,30} [m/s]	Parametry N _{SPT} [počet úderů / 30 cm] - > 50 15-50 < 15 -	cu (kPa)
A	Skalní horninový masiv nebo geologická formace typu skalních hornin při nadloží z měkčího materiálu v maximální mocnosti do 5 m	> 800	-	-
в	Sedimenty velmi ulehlého písku, štěrk nebo velmi tuhý jíl v tloušťce alespoň několik desítek metrů, s mechanickými vlastnostmi rostoucími s hloubkou	360-800	> 50	> 250
с	Mocné sedimenty středně ulehlého nebo ulehlého písku, štěrk nebo tuhý jíl v tloušťce od několika desítek do stovek metrů	180-360	15-50	70-250
D	Sedimenty z kyprých až středně ulehlých nesoudržných zemin (případně s nebo bez vrstev soudržných zemin) nebo převážně měkkých až pevných soudržných zemin	< 180	< 15	< 70
E	Profil sestávající z povrchových aluviálních vrstev s hodnotami v_s podle typu C nebo D, o mocnosti 5 až 20 m, na tužším podkladě s v_s > 800 m/s			
S1	Sedimenty sestávající z jílů nebo siltů s číslem plasticity <i>Pl</i> > 40 s velkým obsahem vody, nebo sedimenty, obsahující uvedené zeminy, o mocnosti nejméně 10 m	< 100 (informativně)	-	10-20
S ₂	Sedimenty ze zemin náchylných ke ztekucení, z citlivých jílů, jiné zeminy nezahrnuté v typech A – E, případně S ₁			

Tab. 3: Typy základových půd [5]

Z uvedených údajů se podle aktuálně zvolené národní verze spočítají parametry zeminy a zemětřesení. Konkrétně pak faktor půdy S, Periody T_b, T_c, a T_d a návrhové zrychlení a_g. Pro případ, že bychom chtěli počítat s jinými než zde negenerovanými, můžeme je zde změnit a do výpočtového modelu se přenesou tyto. Dále zde můžeme změnit DLS redukční součinitel, který bere v úvahu menší dobu návratu seizmického zatížení (viz 4.4.3 v [5]). Na závěr můžeme ještě změnit hodnotu dynamického faktoru beta0. Tím máme veškeré potřebné seizmické parametry pro výpočet zadány.

Parametry zeminy		Parametry zemetřesení	Parametry zemetřesení						
Faktor půdy (S):	1	Návrhové zrychlení (ag=agr x Gamma_I)[m/s^2]:	1,08						
Perioda Tb [s]:	0,15	DLS redukční součinitel (v):	0,5						
Perioda Tc [s]:	0,4	Zrychlení omez, poškození (agd = v \times ag);	0,54						
Perioda Td [s]:	2	Dynam. faktor beta0:	2,5						

Obr. 52: Dialog pokročilého nastavení parametrů zemětřesení

7.4 Statické zatížení

Jako na další položku ve stromu programu narazíme na definici zatížení. V této sekci je již předvyplněná tabulka pro každý strop zadaný v geometrii (pro každé patro). Zároveň zde jsou uvedeny bezpečnostní parametry pro jednotlivé typy zatížení. Pokud parametry nechceme měnit, stačí jen doplnit správné hodnoty pro vlastní váhu, stálé a nahodilé zatížení a nakonec i pro zatížení sněhem (viz Obr. 53).

Vše #	Podlaží	Vlastní váha [kN/m2]	Stálé zatížení [kN/m2]	Pushover Gamma_Gp	Statika Gamma_Gs	Nahodilé zatížení [kN/m2]	Pushover Phi_L	Pushover Psi_2L
35	strop 1NP 0,000 - 2,880	3,250	1,200	1,000	1,350	2,000	1,000	0,300
70	strop 2NP 2,880 - 5,760	3,250	1,200	1,000	1,350	2,000	1,000	0,300
105	strop 3NP 5,760 - 8,640	3,250	1,200	1,000	1,350	2,000	1,000	0,300
140	strop 4NP - strecha 8,640	3,250	1,200	1,000	1,350	0,000	1,000	0,300

Vše #	Podlaží	Statika Gamma_QL	Zatížení sněhem [kN/m2]	Pushover Phi_S	Pushover Psi_2S	Statika Gamma_Qs	Statika Psi_0,S
35	strop 1NP 0,000 - 2,880	1,500	0,000	1,000	0,400	1,500	0,700
70	strop 2NP 2,880 - 5,760	1,500	0,000	1,000	0,400	1,500	0,700
105	strop 3NP 5,760 - 8,640	1,500	0,000	1,000	0,400	1,500	0,700
140	strop 4NP - strecha 8,640	1,500	2,000	1,000	0,400	1,500	0,700

Obr. 53: Dialog pro definici hodnota zatížení

7.4.1 Zatěžovací plochy stropních desek.

Zatížení z těchto stropních desek se automaticky přenáší na vrchní body nosných svislých elementů (zdí), které končí na úrovni spodní hrany každé desky. Pro správné roznesení zatížení je k dispozici dialog, který lze vyvolat v definici geometrie stropů (Obr. 54).

Přenos zatížení funguje na principu rozdělení zatížení dle velikosti ploch nosných zdí pod zatěžovacím obrazcem

$$F_i = \frac{F_{sum}A_i}{A_{sum}},$$
(37)

kde F_i je síla přenášená do konkrétní zdi, F_{sum} je součet zatížení z obrazce, A_i je plocha zdi, A_{sum} je součet ploch všech zdí pod daným zatěžovacím obrazcem.

To se hodí např. v případech jednosměrně pnutých desek, kdy zatížení z určité části stropu chceme přenést jen do určitých zdí. Příklad takové definice pro např. panelový strop vidíme na Obr. 55. Do krajních zdí (vlevo a vpravo) je přeneseno pouze zatížení z úzkého pruhu nad nimi. Ostatní zatížení je přeneseno do horních a spodních zdí.



Posuzování zděných staveb na seizmicitu metodou postupného přitěžování

Obr. 54: Dialog pro definici zatěžovacích ploch stropních desek



Obr. 55: Dialog pro definici zatěžovacích ploch stropních desek – příklad jednosměrně pnuté desky.

Stropní otvory

Pro správnou interpretaci zatížení v případě stropních otvorů (pro konstrukci schodiště či mezipatrových průchodů) viz Obr. 56 lze určitou zatěžovací plochu určit jako stropní otvor (Obr. 57). Ta se pak ve výpočtech zatížení zcela ignoruje.



Obr. 56: Konstrukce se stropním otvorem



Obr. 57: Dialog pro definici zatěžovacích ploch stropních desek s nadefinovaným otvorem.

7.5 Materiály

Zadávání materiálových parametrů se zdálo být nejjednodušší otázkou, nicméně i tady vznikaly složitější problémy, na které bylo potřeba najít odpovídající řešení. Například pevnost zdiva se počítá pomocí vztahu (viz kap. 6) z pevnosti cihly a pevnosti malty. Pro některé kombinace (zdící prvek + malta) jsou však výrobcem naměřené hodnoty z experimentálních zkoušek. Pokud tedy použijeme tuto kombinaci, použije se hodnota z této zkoušky, která pak většinou vychází mnohem lépe. Může tak nastat situace, kdy cihla v kombinaci s maltou M10 dává menší pevnosti než ta samá cihla s maltou M5.



Obr. 58: Příklad výpočtu pevnosti zdiva

Konkrétní příklad pro výpočet pevnosti zdiva pro cihlu POROTHERM17,5 a maltu M5 si ukážeme na Obr. 58. Pro tento konkrétní příklad je to tedy tak, že přesnou hodnotu z experimentu neznáme. Cihla je určena pro přesné zdění a tak tedy po dosazení do vzorečku zjistíme výpočtovou pevnost f_k = 3,78 MPa.

$$f_k = K f_b^{\alpha} f_m^{\beta} = 0,45 \cdot 10,208^{0,7} \cdot 5^{0,3} = 3,708 MPa$$
(38)

Z tohoto důvodu jsou vytvořeny dvě databáze pro materiály (zdící prvky a malty). Podrobněji viz kap. 7.7

🎫 Katalog produktů Wienerberger						×	
POROTHERM 14 P +D (P8) POROTHERM 14 P +D (P10) POROTHERM 17,5 P +D (P8) POROTHERM 17,5 P +D (P10) POROTHERM 24 P +D (P10) POROTHERM 24 P +D (P15) POROTHERM 30 P +D (P15)		Popis produktu Jméno POROTHERM 14 P +D (P8) Rozměry: Šířka: 140,000 Délka: 497,000 Výška: 238,4					
POROTHERM 36,5 P +D (P8) POROTHERM 36,5 P +D (P10) POROTHERM 40 P +D (P15) POROTHERM 40 P +D (P10) POROTHERM 40 P +D (P10) POROTHERM 40 P +D (P10) POROTHERM 44 P +D (P15) POROTHERM 44 P +D (P15) POROTHERM 44 P +D (P15) POROTHERM 44 EKO + (P6) POROTHERM 44 EKO + (P6) POROTHERM 44 EKO + (P8) POROTHERM 45 0 Hi (P8)	•		Katalog		fb [MPa]: Hmotnost ɛ_mu: Drážka: Přesné: Výztuž: Vyztužené: Výplňové	10,768 1300,000 -0,00200	
					ОК	Cancel	

Obr. 59: Katalog zdících prvků

Materiály se definují ve dvou úrovních. První úroveň je pro základní materiály jako zdící prvky, malty, beton a výztuž. Zdící prvky jdou do příkladu přidat výběrem z katalogu produktů, ve kterém jsou všechny vhodné produkty firmy Wienerberger (Porotherm) pro danou zemi. Jde se orientovat podle názvu, rozměrů, pevnosti, i vhodnosti pro různé druhy zdění viz Obr. 59.

Na výběr jsou i předdefinované všechny malty, které jdou použít k daným typům zdících prvků.

🎫 Přidej Mater	Přidej Material beton				🖬 Přidej Materi	al beton		×
Jméno:	Beton C30/37				Jméno:	Beton vlastní		
Typ:	C30/37 -	E [MPa]:	33000	d.	Тур:	Definováno už 🔻	E [MPa]:	37000
fck [MPa]:	30	G [MPa]:	13750		fck [MPa]:	50	G [MPa]:	15417
fcvk [MPa]:	0,45	fcm:	38,000		fcvk [MPa]:	0,45	fcm:	58,000
Gamma C:	1,5	Hmotnost [kg/m3]:	2500		Gamma C:	1,5	Hmotnost [kg/m3]:	2500
fcvk / fcvm:	0,833	ɛ_cu3:	-0,0035		fcvk / fcvm:	0,833	ɛ_cu3:	-0,0035
eta:	0,8	ε_c3:	-0,00175		eta:	0,8	ε_c3:	-0,00175
		ОК	Cancel				ОК	Cancel

Obr. 60: Definice materiálu beton, a) předdefinovaný, b) uživatelský

Jako další je definice základních betonů. Můžeme si vybrat z již předdefinovaných betonů z normy (C12/15 až C90/105), případně si vyrobit beton vlastní s uživatelsky definovanými materiálovými parametry viz Obr. 60.

Jako poslední ze základních materiálů je definice výztuže. Zvolíme průměr prutu, pevnost, součinitel bezpečnosti pro ocel, modul pružnosti, a převodní součinitel mezi charakteristickou a střední hodnotou viz Obr. 61.

🌇 Přidej Výztuž							
Jméno:	Výztuž R20						
Průměr [mm]:	20	•					
Plocha [mm2]	314,159						
fyk [MPa]:	500	Gamma S:	1,15				
E [MPa]:	200000	fyk / fym:	0,91				
		ОК	Cancel				

Obr. 61: Definice materiálu výztuž

Všechny tyto předdefinované základní materiály jdou využít při definici materiálů druhé úrovně a ulehčit si tak práci. Mezi tyto rozšířené materiály patří materiály použitelné pro zdi, např. klasické zdivo, vyztužené zdivo a vyztužený beton a dále pro ostatní prvky konstrukce, jako jsou překlady a věnec.

Nevyztužené zdivo

Přidej Zdivo	Přidej Zdivo
Přídej Zdivo Jméno: Zdivo Standard Pokročilé Cihla: POROTHERM 17,5 P+D (P8) Malta: Ms Klasická malta Výplňové zdivo	Pridej Zdivo Jméno: Zdivo Standard Pokročilé fk [MPa]: 3,708 fhd [MPa]: 0,592 fvk0 [MPa]: 0,2 E [MPa]: 3708 fvkt [MPa]: 0,45936 G [MPa]: 1483,2 fvkt [MPa]: 0 Hmotnost [kg/m3]: 1228,571 fxk2 [MPa]: 0 Garma M: 2 rho n: 5 Poměr r: 0,5 rho t: 10 fk / fmean: 0,833 ɛ_mu: -0,002 Phi_fvk: 0,4 ɛ_m: -0,001 Phi_fvlt: 0 eta: 0,8
OK Cancel	OK Cancel

Obr. 62: Definice materiálu pro zdivo

Nejběžnější materiál je však suverénně obyčejné zdivo. Jak jsem již zmínil, použijeme pro jeho definici již předdefinované základní materiály, tudíž nám stačí zvolit jen použitou cihlu a maltu a zbylé parametry zdiva se dopočítají samy pomocí normových vztahů. Pokud máme přesnější měření nebo chceme nějaký parametr upravit, můžeme tak učinit a vyrobit si vlastní uživatelsky definovaný. Náhled obou částí dialogu je na Obr. 62.

Vyztužené zdivo

Jako vylepšení základního nevyztuženého zdiva je zdivo vyztužené. I pro něj použijeme předem definované základní materiály, viz Obr. 63. V další záložce je možné definovat základní síť neboli rovnoměrně rozdělené svislé výztuže v materiálu. Výztuže se umisťují dle několika parametrů pro délku, rozteče a krytí výztuží. Podrobnější náhled je na Obr. 64.

🎫 Přidej Vy	ztužené z	divo						x
Jméno Standard Cihla: Malta: Beton:	Vyztuže Vertikální	né zdivo Absolutní Hori POROTHERM 25 Thin-layer C12/15	zontální Pok 50 SBZ Plan (ročilé (12,5 N/mm^:	2) + Füllbeton (C16/20		
					ОК		Can	icel

Obr. 63: Definice materiálu pro vyztužené zdivo – základní nastavení

Přidej Vyztužené zdivo	
Jméno Vyztužené zdivo	
Standard Vertikální Absolutní	Horizontální Pokročilé
🔽 Aktivuj	
Rozteče levého zhuštění (s. vl)[m]:	0,075
Délka levého zhuštění (l_vl)[m]:	
Rozteče pravého zhuštění (s_vr)[m]: Délka pravého zhuštění () vr)[m]:	0,075 0,1
Krytí [mm]:	³⁰
Běžná rozteč (s_v)[m]:	0,15
Počet řad: 2	
Výztuž: 10505-16	
	OK

Obr. 64: Definice materiálu pro vyztužené zdivo – definice vertikálního vyztužení

💶 Přidej V	yztužené zdivo							×
Jméno	Vyztužené zdiv	0						
Standard Výztuž	Vertikální Absol	lutní Horizontální	Pokročilé					
#	u [m]	v [m]	Materiál		d from 1			
1	0,030	0,030	10505-16	-	30			
2	0,343	0,030	10505-16	-	30			
3	0,657	0,030	10505-16	-		•	•	•
4	0,970	0,030	10505-16	-			y'ù.	
5	0,030	0,270	10505-16	-		•	z'	•
6	0,343	0,270	10505-16	-		u		
7	0,657	0,270	10505-16	-				
8	0,970	0,270	10505-16	-				
	Add	[Remove		Šířka [m] Procento vyztuži	: 0,3 ení v Absolutn	Délka [m]: ní výztuži[%] :	1 0,536
L	OK							

Obr. 65: Definice materiálu pro vyztužené zdivo – definice vertikálního vyztužení, absolutní pozice

Pro detailnější umístění svislých výztuží jde použít další záložka "Absolutní", kde lze definovat různé typy (průměry) výztuží do specifických pozic zdi. Lze tak zadat libovolné vyztužení průřezu. Další funkcí jsou i tlačítka automatického umístění výztuží, kdy se výztuže rozmístí po průřezu tak, aby byly v nejlepší pozici (většinou rovnoměrně rozptýlené po průřezu). Náhled na tento dialog je na obr. Obr. 65. Dalším typem vyztužení je horizontální, např. vyztužení třmínky. Toto nastavení je patrné na Obr. 66. Závěrečná záložka "Pokročilého" nastavení je již shodná s normálním nevyztuženým zdivem viz Obr. 62.

Přidej Vyztužené zdivo				×
Jméno Vyztužené zdivo				
Standard Vertikální Absolutní Ho	rizontální Pokročilé			
Třmínky: Třímenk R. 8 Rozteč: Větve: 2	0,1			
	(ОК		Cancel

Obr. 66: Definice materiálu pro vyztužené zdivo – definice horizontálního vyztužení

Vyztužený beton

🎫 Přidej Vy	ztužený beton	
Jméno	Vyztužený beton	
Standard	Vertikální Absolutní Horizontální	
Beton:	C12/15	
rho n:	0,75	
rho t:	1	
	ОК	Cancel

Obr. 67: Definice materiálu pro vyztužený beton

Jako další z pokročilejších materiálů, které jde použít, je vyztužený beton. V jeho nastavení (Obr. 67) již nenajdeme nic neznámého. Jedná se o zvolení základního betonu, definice vertikálního vyztužení a horizontálního vyztužení (stejného jako ve vyztuženém zdivu viz Obr. 64, Obr. 65 a Obr. 66).

Překlady a věnce

Poslední dva materiály mají shodné nastavení, jelikož si typem konstrukce jsou asi nejblíže. V první záložce se definuje, z jakého betonu je konstrukční prvek tvořen. Dále je nutné kvůli následnému zadávání pozice výztuží v prvku zadat jeho průřezové rozměry. A jelikož jde o horizontální prvky, definují se zde horizontální výztuže spolu se svislými třmínky. Na výběr je celá řada parametrů i automatické generace umístění výztuží, viz Obr. 68.



Obr. 68: Definice materiálu pro překlady a věnce
7.6 Výpočet a prohlížení výsledků

Dle normových předpokladů EC8 je nutné provést analýzu pro každý směr zvlášť v kladném i záporném směru s uvážením náhodné excentricity, dále s rozdělením zatěžovacího obrazce trojúhelníkového nebo obdélníkového po výšce budovy. Výsledkem je tedy celkem šestnáct analýz. Čtyři pro každý směr, kde dvě jsou v kladném směru s pozitivní a negativní excentricitou a dvě v záporném. Analýza vyhovuje, pokud konstrukce pro každý směr zatížení dosáhne cílové deformace kontrolního bodu, jak je popsáno v kapitole 4 (Obr. 71).

Analýzy Pok	ročilé nastavení					1
Směr	Pozitivní náhodná výstřednost	Negativní náhodná výstřednost	Modální rozdělení seizmické síly	Rovnoměrné rozdělení seizmické síly	📝 Statika	Počítej
+X	\checkmark	√	√	√		Zastav
-X	\checkmark	√	\checkmark	√		
+Y	√	√	√	√	Nevyber nic	Zastav vše
-Y	√	√	√	√		Pauza
]						Vymaž analýzy

Obr. 69: Nastavení výpočtu – výběr analýz

	Analýzy Pokročilé	nastavení							
Γ	Parametry řešiče:		Nastavení kroků						
	Tol. energie:	0,0001	Ukládej každý x krok:	1	Počet kroků pro svislé	1	P_f k zastavení analýzy	0,6	🦳 Krokuj analýzy
	Tol. rovnováhy.:	0,01	Max počet kroků:	2000	V Min rel délka kroku	0,1	Zastav při ULS a	DLS 👻	Použij nejlepší iteraci
	Tol. posunu:	0,01	Max. počet iterací:	60	Max rel délka kroku	5	Jen horní master posur		Use Step Reduction Allowance
	Tol. max. sily:	0,01	Požadovaný počet iterací:	40	🔲 Délka kroku	1	1		Standartní hodnoty
L									

Obr. 70: Nastavení výpočtu – pokročilé parametry pro běh výpočtu

Jako přídavek je možný výpočet klasický statický pro svislé zatížení. To je dohromady tedy 17 výpočtů. Pro většinu výpočtů není potřeba nastavit nic jiného, než jaké analýzy se mají počítat. Výpočet se nastavuje automaticky podle několika předpokladů. Např. délka kroku přitěžování se řídí dle výšky budovy, ze které se odhaduje její předpokládaná kapacita deformace. I přesto jsou tyto parametry zpřístupněné uživateli a může tak základní nastavení výpočtu měnit. Všech těchto nastavení bylo dosaženo na následujících dvou dialozích, které jsou určeny pro běh výpočtu (Obr. 69 a Obr. 70).

Jméno	Mezní stavy	DLS požadavek[mm]	DLS kapacita [mm]	ULS požadavek x 1,00 [mm]:	ULS kapacita [mm]	Bezpečnostní rezerva DLS [%]	Bezpečnostní rezerva ULS [%]	Perioda T Norm.	Max. referenční návrhové zrychlení [m/s2]	Duktilita
X+, exc. pos, uni	Vyhovuje	0,239	13,959	1,263	13,877	98,290	90,900	0,074	11,733	46,256
X+, exc. pos, tri	Vyhovuje	0,239	13,959	1,263	13,877	98,290	90,900	0,074	11,733	46,256
X+, exc. neg, uni	Vyhovuje	0,239	13,959	1,263	13,877	98,290	90,900	0,074	11,733	46,256
X+, exc.neg, tri	Vyhovuje	0,239	13,959	1,263	13,877	98,290	90,900	0,074	11,733	46,256
X-, exc. pos, uni	Vyhovuje	0,239	13,959	1,263	13,877	98,290	90,900	0,074	11,733	46,256
X-, exc. pos, tri	Vyhovuje	0,239	13,959	1,263	13,877	98,290	90,900	0,074	11,733	46,256
X-, exc. neg, uni	Vyhovuje	0,239	13,959	1,263	13,877	98,290	90,900	0,074	11,733	46,256
X-, exc.neg, tri	Vyhovuje	0,239	13,959	1,263	13,877	98,290	90,900	0,074	11,733	46,256
Y+, exc. pos, uni	Vyhovuje	2,945	12,067	6,434	12,037	75,595	46,548	0,142	3,606	40,122
Y+, exc. pos, tri	Vyhovuje	2,945	12,067	6,434	12,037	75,595	46,548	0,142	3,606	40,122
Y+, exc. neg, uni	Vyhovuje	2,945	12,067	6,434	12,037	75,595	46,548	0,142	3,606	40,122
Y+, exc.neg, tri	Vyhovuje	2,945	12,067	6,434	12,037	75,595	46,548	0,142	3,606	40,122
Y-, exc. pos, uni	Vyhovuje	2,945	12,067	6,434	12,037	75,595	46,548	0,142	3,606	40,122
Y-, exc. pos, tri	Vyhovuje	2,945	12,067	6,434	12,037	75,595	46,548	0,142	3,606	40,122
Y-, exc. neg, uni	Vyhovuje	2,945	12,067	6,434	12,037	75,595	46,548	0,142	3,606	40,122
Y-, exc.neg, tri	Vyhovuje	2,945	12,067	6,434	12,037	75,595	46,548	0,142	3,606	40,122

Obr. 71 Tabulka výsledků všech požadovaných analýz



Obr. 72 Výsledky analýzy – LD diagram

Při běhu výpočtu je možné sledovat, jaký krok se zrovna počítá, jaká je dosažena základní vodorovná síla či jaký je maximální vodorovný posun konstrukce. To vše je vidět v reálném čase. Po spočtení každé analýzy jsou její výsledky uloženy a okamžitě přístupné pro prohlížení. Na Obr. 72 je vidět základní pohled do výsledků, kde v levé části vidíme (ne)deformovanou konstrukci spolu s vykreslením libovolné veličiny.



Obr. 73 Výsledky analýzy - a) spektrum odezvy, b) vnitřní síly na prvcích

Vpravo nahoře je pak LD diagram pro horní řídící bod (střed nejvyššího patra) s naznačením hodnot pro splnění limitních stavů. Vlevo dole je souhrn dvou limitních stavů použitelnosti (DLS) a únosnosti (ULS), jejich limity a dosažená kapacita konstrukce. A nakonec vpravo dole je seznam všech výpočtových kroků dané analýzy se základními údaji. Při označení daného kroku se aktualizují všechny výsledky a zobrazí se

tak sada výsledků pro daný zatěžovací krok. Inženýr si tak udělá mnohem lepší představu o průběžném chování konstrukce, než když vidí jen finální výsledek.

Pod LD diagramem najdeme další přepínací panely, které mezi sebou můžeme přepínat a dozvíme se další podrobné výsledky výpočtu. Mezi ně patří např. Konkrétní spektrum odezvy pro tuto konstrukci (Obr. 73a), vnitřní síly na všech prvcích (Obr. 73b), reakce v bodech vetknutí (Obr. 74), posuny a pootočení všech bodů (Obr. 75a), mezní stavy a poškození každého elementu (Obr. 75a) a nakonec i vstupní a výstupní soubory pro výpočetní jádro.

Bod	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
1	-32,475	-0,002	152,771	-0,013	-80,972	0,284
6	-56,204	0,041	179,227	-0,018	-214,593	1,118
11	-26,301	0,013	59,522	0,000	-47,644	0,284
16	-0,788	-0,188	125,152	2,757	-2,334	0,629
21	-50,419	0,008	121,914	-0,012	-97,689	0,322
26	-47,759	-0,036	156,654	0,000	-196,388	1,118
31	-0,824	-1,127	127,473	0,119	-2,389	0,629
36	-0,778	0,333	148,948	-1,140	-2,331	0,630
41	-0,816	0,959	144,881	-3,571	-2,386	0,631

Obr. 74 Výsledky analýzy – reakce v bodech vetknutí

Bod	Posun X [mm]	Posun Y [mm]	Posun Z [mm]	Otoč. X [rad]	Otoč. Y [rad]	Otoč. Z [rad]	Prvek	CF poškozeni <01>	Nevyhovuje DOFS	Nevyhovuje DOFS	Nevyhovuje DOFS	Mezní Nx' 1 [kN]	Mezní Vy' 1 [kN]
1	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000			v bodu 1	v středu	v bodu 2		
2	0,987	-0,0125	-0,202	0,0000130	0,000371	-0,00000366	3	0,000]			-1840,789	-130,158
4	1,042	-0,0144	-0,202	0,0000130	0,000371	-0,00000366	8	0,000				-2829,896	-188,400
6	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	13	0,000				-1833,434	108,757
7	1,008	-0,0133	-0,154	-0,00000457	0,000373	-0,0000366	18	0,000				-2116,622	-148,786
9	1,064	-0,0126	-0,154	-0,00000457	0,000373	-0,00000366	23	0,000				-1949,112	133,436
11	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	28	0,000				-2830,747	184,684
12	1,003	0,00522	-0,0781	-0,0000125	0,000264	-0,0000366	33	0,000				-2140,117	-149,649
14	1,042	0,00710	-0,0781	-0,0000125	0,000264	-0,0000366	38	0,000				-2245,999	158,906
16	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	43	0,000				-2134,676	157,641
17	0,976	0,00969	-0,130	-0,00000559	0,000470	-0,00000366	48	0,000				-1837,749	-96,778
19	1,047	0,0105	-0,130	-0,00000559	0,000470	-0,00000366	53	0,000				-2799,714	-148,398
21	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	58	0,000				-1829,605	98,345
22	1,006	-0,00360	-0,151	4,515E-007	0,000242	-0,0000366	63	0,000				-2280,636	-121,397
24	1,042	-0,00367	-0,151	4,515E-007	0,000242	-0,0000366	68	0,000				-1915,098	-103,905
26	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	73	0,000				-2800,770	150,869
27	1,007	0,00650	-0,135	0,00000826	0,000378	-0,00000366	78	0,000				-2282,552	-121,331
29	1,064	0,00526	-0,135	0,00000826	0,000378	-0,0000366	83	0,000				-2285,026	126,122
31	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	88	0,000				-2279,883	125,913
32	0,988	0,0107	-0,133	9,171E-007	0,000471	-0,0000366	93 -	0,000				-0,000	0,000
34	1,059	0,0105	-0,133	9,171E-007	0,000471	-0,00000366	98 -	0,000				372,157	-60,530
36	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	101	0,000				-2172,214	-150,136
37	0,976	-0,0163	-0,157	0,0000102	0,000470	-0,0000366	104	0,000				-2140,179	-149,116
39	1,047	-0,0179	-0,157	0,0000102	0,000470	-0,0000366	107 -	1,000	Nx,My,Mz		Nx,My,Mz	-0,000	0,000
41	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	110	0,000				-2148,883	-149,788
42	0,988	-0,0173	-0,152	0,00000410	0,000472	-0,0000366	113	0,000				-2133,610	-148,925
44	1,059	-0,0179	-0,152	0,00000410	0,000472	-0,0000366	116 -	0,000				-0,000	0,000
46	1,098	-0,0164	-0,202	0,0000130	0,000371	-0,00000366	121 -	0,000				-1425,578	62,073
47	2,548	-0,0328	-0,295	0,0000291	0,000330	-0,00000897	124	0,000				-1960,689	132,290
49	2,598	-0,0371	-0,295	0,0000291	0,000330	-0,00000897	127	0,654			Vz,Mz	-1836,113	100,355
51	1,119	-0,0119	-0,154	-0,00000457	0,000373	-0,0000366	130 -	1,000	Nx,My,Mz		Nx,My,Mz	-34,079	12,718
							100 1	0.000					100.000

Obr. 75 Výsledky analýzy – a) posuny a pootočení všech bodů, b) poškození a mezní stavy prvků

Jako konečný krok po výpočtu je třeba projektantovi umožnit tisk souhrnu výsledků, které by mohl použít jako důkaz o výpočtu konstrukce. Byla tudíž vyhotovena možnost veškeré výsledky vytisknout do formátu RTF, který poté může být upraven dle libovůle uživatele. Množství dat v protokolu se může ovlivnit nastavením řady parametrů. Ty jsou vidět na následujícím obrázku (Obr. 76).

Tisk Informace o analýze Image: star star star star star star star star	Tisk výsledků Souhrn + LD Sily Reakce Posuny	Nic Tisk √	Analýza X+, exc. pos, tri Y+, exc. pos, tri	Tisk Všechny kroky ULS Poslední krok	Zkrácený protokol Úplný protokol
RM Materiais Geometrie Parametry zemetřesení Zatížení stropu	 Poškození elementů: Pushover a. grafy Kontrola průřezů Kontrola průřezů Statika Detailní kontrola svislých sil/reakcí 	~	Statika		Vytvoř Ulož RTF

Obr. 76 Možnosti pro tisk výsledků do RTF souboru

Nastavení zobrazení	X	Nastavení zobraze	ní 📃 💌
Nastavení zobrazení Tabulka in	formací Barvy	Nastavení zobraze	ní Tabulka informací Barvy
Nastavení zobrazení	Drátový	□ Informace o bo	du
Zobraz siť Zobraz deformaci Zobraz barevnou škálu	 Zobraz nazvy Zobraz info Zobraz osový kříž Zobraz textury 	Posun X Posun Y Posun Z	 ✓ Otočení X ✓ Otočení Y ✓ Otočení Z
Nastavení deformací Nedeformovaná síť Měřítko deformace: Nastavení názvů Vazvy bodů	321	Informace o prvk	J I T IkNm]
Názvy elementů Nastavení barevné škály		♥ vy [kN] ♥ vz [kN]	 ✓ My1 [kNm] ✓ Mz1 [kNm]
© Vy [kN] © Vy [kN] © Vz [kN]	My1 [kNm] Mz1 [kNm] My2 [kNm]	CF damage	 ✓ My2 [kNm] ✓ Mz2 [kNm]
 T [kNm] CF damage Stav poškození 	Mz2 [kNm] Nic		
Nastavení stavu poškození V SD V FD V MV	V V M		
	Standardní OK		Standardní OK

Obr. 77 Možnosti zobrazení konstrukce a) nastavení zobrazeného modelu, b) nastavení počtu výsledků pro jednotlivé prvky

Na Obr. 77 jsou vidět možnosti nastavení pro zobrazovanou konstrukci. Lze si tak upravit obrázek do nejhezčí podoby. Libovolné natočení a přiblížení konstrukce je samozřejmostí. Druhá část nastavení je pro rychlé zobrazení výsledků určitého prvku. Kdykoliv kliknete na nějaký prvek v konstrukci, zobrazí se malá tabulka s jeho aktuálními výsledky pro právě zvolený krok výpočtu (viz Obr. 78).



Obr. 78 Zobrazení informací o prvku

7.7 Databáze národních parametrů

Databáze je vytvořena v textovém formátu CSV. Výčet vstupních parametrů pro jednotlivé národní normy je v příloze (kap. 14.1.1, 14.1.2 a 14.1.3). V tabulce Tab. 4 je ukázka některých parametrů pro jednotlivé národní lokalizace. V prvním sloupci je pevně daný název parametru, v ostatních jsou hodnoty parametru pro jednotlivé národní lokalizace. V posledním sloupci je pak popis parametru, případně odkaz, kde nalézt jeho hodnotu v normě.

parametr	Austria	Belgium	Bulgaria	Croatia	Czech	description
k_Table_3_3_EN6_1_1_e1_1	0,6	0,55	0,55	0,55	0,55	EN 1996-1-1, Table 3.3, element (1,1)
k_Table_3_3_EN6_1_1_e2_1	0,55	0,45	0,45	0,45	0,45	EN 1996-1-1, Table 3.3, element (2,1)
k_Table_3_3_EN6_1_1_e3_1	0,5	0,35	0,35	0,35	0,35	EN 1996-1-1, Table 3.3, element (3,1)
k_Table_3_3_EN6_1_1_e4_1	0,5	0,35	0,35	0,35	0,35	EN 1996-1-1, Table 3.3, element (4,1)
k_Table_3_3_EN6_1_1_e1_2	0,9	0,75	0,75	0,75	0,75	EN 1996-1-1, Table 3.3, element (1,2)
k_Table_3_3_EN6_1_1_e2_2	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	EN 1996-1-1, Table 3.3, element (2,2)
k_Table_3_3_EN6_1_1_e3_2	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	EN 1996-1-1, Table 3.3, element (3,2)
k_Table_3_3_EN6_1_1_e4_2	0,5	0,35	0,35	0,35	0,35	EN 1996-1-1, Table 3.3, element (4,2)
k_Table_3_3_EN6_1_1_e1_3	0,35	0,3	0,3	0,3	0,3	EN 1996-1-1, Table 3.3, element (1,3)
k_Table_3_3_EN6_1_1_e2_3	0,3	0,25	0,25	0,25	0,25	EN 1996-1-1, Table 3.3, element (2,3)
k_Table_3_3_EN6_1_1_e3_3	0,25	0,2	0,2	0,2	0,2	EN 1996-1-1, Table 3.3, element (3,3)
k_Table_3_3_EN6_1_1_e4_3	0,25	0,2	0,2	0,2	0,2	EN 1996-1-1, Table 3.3, element (4,3)
f_xk1_EN6_1_1_e1_2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	EN 1996-1-1. f_xk1, element(1,2)
f_xk1_EN6_1_1_e1_3	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	EN 1996-1-1. f_xk1, element(1,3)
f_xk1_EN6_1_1_e1_4	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	EN 1996-1-1. f_xk1, element(1,4)
f_xk2_EN6_1_1_e1_2	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	EN 1996-1-1. f_xk2, element(1,2)
f_xk2_EN6_1_1_e1_3	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	EN 1996-1-1. f_xk2, element(1,3)
f_xk2_EN6_1_1_e1_4	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	EN 1996-1-1. f_xk2, element(1,4)
table_3_2_EN8_1_e2_1	1,2	1,2	1,3	1,2	1,2	Table 3.2 EN 1998-1, element(2,1)
table_3_2_EN8_1_e3_1	1,15	1,15	1,2	1,15	1,15	Table 3.2 EN 1998-1, element(3,1)
table_3_2_EN8_1_e4_1	1,35	1,35	1	1,35	1,35	Table 3.2 EN 1998-1, element(4,1)
table_3_2_EN8_1_e5_1	1,4	1,4	1,2	1,7	1,4	Table 3.2 EN 1998-1, element(5,1)
table_3_2_EN8_1_e1_2	0,15	0,15	0,1	0,1	0,15	Table 3.2 EN 1998-1, element(1,2)
table_3_2_EN8_1_e2_2	0,15	0,15	0,1	0,15	0,15	Table 3.2 EN 1998-1, element(2,2)

Tab. 4: Ukázka databáze národních parametrů

Výběrem určité lokalizace se nám tak mění nastavení pro celou analýzu, materiálové konstanty, konstanty pro zatížení, limitní hodnoty pro metodu statického přitěžování a mnoho dalších. Do programu byla tato databáze naimplementována a většinu z těchto hodnot lze později upravovat. Parametrů je v databázi národních koeficientů 271 + další, které jsou jako vstupní materiálové parametry pro zdící prvky a maltu. Máme tak 13 sad

parametrů pro 13 národních lokalizací. V Tab. 5 je ukázka z databáze malt pro Českou republiku. V prvním sloupci je název malty (tedy jen název řetězce, který se zamění za jednu z jazykových variant viz 7.8). V dalších sloupcích jsou parametry pro jednotlivé malty, jako její typ (malta pro tenké spáry, klasická malta, dry-fix, tepelně-izolační malta) či pevnost v tlaku.

I au. J. UKazka uatauaze illali	Tab. 5:	Ukázka	databáze	malt
---------------------------------	---------	--------	----------	------

Name	type	fm [MPa]
M5 AM_NAME_GENERALPURPOSE	3	5
M10 AM_NAME_GENERALPURPOSE	3	10
M5 AM_NAME_LIGHTWEIGHT	4	5
M10 AM_NAME_LIGHTWEIGHT	4	10
AM_NAME_DRYFIX	2	
AM_NAME_THINLAYER	1	

Tab. 6: Ukázka databáze cihelných prvků

	Product Name	group	fb	width- depth	length	height	infilled	mass[kg/ m2]	tongue and groove	precision ground
1	POROTHERM 14 P+D (P8)	2	10,768	140	497	238		182	Х	
2	POROTHERM 14 P+D (P10)	2	13,46	140	497	238		182	Х	
3	POROTHERM 17,5 P+D (P8)	2	10,208	175	372	238		215	Х	
4	POROTHERM 17,5 P+D (P10)	2	12,76	175	372	238		215	Х	
5	POROTHERM 24 P+D (P10)	2	11,556	240	372	238		275	Х	
6	POROTHERM 24 P+D (P15)	2	17,334	240	372	238		275	Х	
7	POROTHERM 30 P+D (P10)	2	11,433	300	247	238		318	Х	
8	POROTHERM 30 P+D (P15)	2	17,149	300	247	238		318	Х	
9	POROTHERM 36,5 P+D (P8)	2	9,146	365	247	238		314	Х	
10	POROTHERM 36,5 P+D (P10)	2	11,433	365	247	238		314	Х	

V Tab. 6 vidíme ukázku databáze cihelných prvků. Krom názvu a typu cihly je tu i pevnost v tlaku, její rozměry, určení do jakých zdí lze použít. Dále příslušný produktový list a obrázek cihly, materiálové parametry obecné a dále speciální, které platí pouze pro použití s určitým druhem malty (např. laboratorní zkoušky pro cihlu použitou s maltou M5, či dry-fixem).

7.8 Jazyková lokalizace pomocí online vzdálených překladů

Pro usnadnění práce široké inženýrské veřejnosti bylo vhodné implementovat překlad do rodných jazyků těchto inženýrů. Program jde tedy používat v 14 jazycích (bulharštině, bosenštině, češtině, němčině, angličtině, francouzštině, řečtině, chorvatštině, italštině, maďarštině, rumunštině, slovenštině, slovinštině a srbštině). Diagram správy jazykových dat je vidět na Obr. 79.



Obr. 79: Diagram pohybu dat pro online překlad

V programu jsou uloženy pouze názvy řetězců, které jsou vyexportovány do SQL databáze, která je přes PHP prostředí nabídnuta zajištěným překladatelům po celé Evropě. Poté jsou data automaticky shromaždována a generována do zdrojů prostředí,

které jsou automaticky přidávány do instalace programu. Výběrem jazyka v programu se změní celá lokalizace programu, a to včetně nastavení desetinných čárek a jiných národních zvyklostí.

		Lan	guage trans	lator for A	mQuake										
			Home Help	Translators C	ontacts										
Dialog / Language	English	Čeština 😇	Deutsch	DeutschAT	Français	Hrvatski	Serbian	Bosnian	Italiano (13)	Magyar (282)	Română	Slovenčina	Slovenščina	Ελληνικά (19)	Български
AmQ ID:															
Poslední uložení:	moe :-)	98 d 7:37:56	moe :-)	98 d 7:3:53	34 d 9:8:30	34 d 9:5:7	34 d 9:5:55	34 d 9:3:27	34 d 8:29:41	moc :-)	34 d 8:20:40	96 d 5:59:9	34 d 7:44:24	moc :-)	34 d 7:40:22
UnTranslated	0	0	0	0	0	0	0	0	13	282	2	0	1	19	0
About	EDIT in uk (0)	EDIT in cz (0)	EDIT in de (0)	EDIT in at (0)	EDIT in fr (0)	EDIT in hr (0)	EDIT in sr (0)	EDIT in bs (0)	EDIT in it (0)	EDIT in hu (2)	EDIT in ro (1)	EDIT in sk (0)	EDIT in si (0)	EDIT in gr (2)	EDIT in bg (0)
about_licence	EDIT in uk (0)	EDIT in cz (0)	EDIT in de (0)	EDIT in at (0)	EDIT in fr (0)	EDIT in hr (0)	EDIT in sr (0)	EDIT in bs (0)	EDIT in it (0)	EDIT in hu (3)	EDIT in ro (1)	EDIT in sk (0)	EDIT in si (0)	EDIT in gr (1)	EDIT in bg (0)
Analyses	EDIT in uk (0)	EDIT in cz (0)	EDIT in de (0)	EDIT in at (0)	EDIT in fr (0)	EDIT in hr (0)	EDIT in sr (0)	EDIT in bs (0)	EDIT in it (0)	EDIT in hu (12)	EDIT in ro (0)	EDIT in sk (0)	EDIT in si (0)	EDIT in gr (0)	EDIT in bg (0)
analysis_info	EDIT in uk (0)	EDIT in cz (0)	EDIT in de (0)	EDIT in at (0)	EDIT in fr (0)	EDIT in hr (0)	EDIT in sr (0)	EDIT in bs (0)	EDIT in it (0)	EDIT in hu (2)	EDIT in ro (0)	EDIT in sk (0)	EDIT in si (0)	EDIT in gr (0)	EDIT in bg (0)
analysis_parameters	EDIT in uk (0)	EDIT in cz (0)	EDIT in de (0)	EDIT in at (0)	EDIT in fr (0)	EDIT in hr (0)	EDIT in sr (0)	EDIT in bs (0)	EDIT in it (0)	EDIT in hu (0)	EDIT in ro (0)	EDIT in sk (0)	EDIT in si (0)	EDIT in gr (0)	EDIT in bg (0)
analysis_results	EDIT in uk (0)	EDIT in cz (0)	EDIT in de (0)	EDIT in at (0)	EDIT in fr (0)	EDIT in hr (0)	EDIT in sr (0)	EDIT in bs (0)	EDIT in it (0)	EDIT in hu (0)	EDIT in ro (0)	EDIT in sk (0)	EDIT in si (0)	EDIT in gr (0)	EDIT in bg (0)
calculate	EDIT in uk (0)	EDIT in cz (0)	EDIT in de (0)	EDIT in at (0)	EDIT in fr (0)	EDIT in hr (0)	EDIT in sr (0)	EDIT in bs (0)	EDIT in it (0)	EDIT in hu (4)	EDIT in ro (0)	EDIT in sk (0)	EDIT in si (0)	EDIT in gr (0)	EDIT in bg (0)
ceiling_geometry	EDIT in uk (0)	EDIT in cz (0)	EDIT in de (0)	EDIT in at (0)	EDIT in fr (0)	EDIT in hr (0)	EDIT in sr (0)	EDIT in bs (0)	EDIT in it (0)	EDIT in hu (0)	EDIT in ro (0)	EDIT in sk (0)	EDIT in si (0)	EDIT in gr (0)	EDIT in bg (0)
ceiling_load	EDIT in uk (0)	EDIT in cz (0)	EDIT in de (0)	EDIT in at (0)	EDIT in fr (0)	EDIT in hr (0)	EDIT in sr (0)	EDIT in bs (0)	EDIT in it (0)	EDIT in hu (0)	EDIT in ro (0)	EDIT in sk (0)	EDIT in si (0)	EDIT in gr (0)	EDIT in bg (0)
contact_support	EDIT in uk (0)	EDIT in cz (0)	EDIT in de (0)	EDIT in at (0)	EDIT in fr (0)	EDIT in hr (0)	EDIT in sr (0)	EDIT in bs (0)	EDIT in it (0)	EDIT in hu (0)	EDIT in ro (0)	EDIT in sk (0)	EDIT in si (0)	EDIT in gr (0)	EDIT in bg (0)
importDXF	EDIT in uk (0)	EDIT in cz (0)	EDIT in de (0)	EDIT in at (0)	EDIT in fr (0)	EDIT in hr (0)	EDIT in sr (0)	EDIT in bs (0)	EDIT in it (0)	EDIT in hu (0)	EDIT in ro (0)	EDIT in sk (0)	EDIT in si (0)	EDIT in gr (0)	EDIT in bg (0)
Install	EDIT in uk (0)	EDIT in cz (0)	EDIT in de (0)	EDIT in at (0)	EDIT in fr (0)	EDIT in hr (0)	EDIT in sr (0)	EDIT in bs (0)	EDIT in it (0)	EDIT in hu (0)	EDIT in ro (0)	EDIT in sk (0)	EDIT in si (0)	EDIT in gr (0)	EDIT in bg (0)
material_brick	EDIT in uk (0)	EDIT in cz (0)	EDIT in de (0)	EDIT in at (0)	EDIT in fr (0)	EDIT in hr (0)	EDIT in sr (0)	EDIT in bs (0)	EDIT in it (0)	EDIT in hu (0)	EDIT in ro (0)	EDIT in sk (0)	EDIT in si (0)	EDIT in gr (0)	EDIT in bg (0)
material_concrete	EDIT in uk (0)	EDIT in cz (0)	EDIT in de (0)	EDIT in at (0)	EDIT in fr (0)	EDIT in hr (0)	EDIT in sr (0)	EDIT in bs (0)	EDIT in it (0)	EDIT in hu (0)	EDIT in ro (0)	EDIT in sk (0)	EDIT in si (0)	EDIT in gr (0)	EDIT in bg (0)
material_grid	EDIT in uk (0)	EDIT in cz (0)	EDIT in de (0)	EDIT in at (0)	EDIT in fr (0)	EDIT in hr (0)	EDIT in sr (0)	EDIT in bs (0)	EDIT in it (0)	EDIT in hu (0)	EDIT in ro (0)	EDIT in sk (0)	EDIT in si (0)	EDIT in gr (0)	EDIT in bg (0)
material_lintel	EDIT in uk (0)	EDIT in cz (0)	EDIT in de (0)	EDIT in at (0)	EDIT in fr (0)	EDIT in hr (0)	EDIT in sr (0)	EDIT in bs (0)	EDIT in it (0)	EDIT in hu (0)	EDIT in ro (0)	EDIT in sk (0)	EDIT in si (0)	EDIT in gr (0)	EDIT in bg (0)
material_mortar	EDIT in uk (0)	EDIT in cz (0)	EDIT in de (0)	EDIT in at (0)	EDIT in fr (0)	EDIT in hr (0)	EDIT in sr (0)	EDIT in bs (0)	EDIT in it (0)	EDIT in hu (0)	EDIT in ro (0)	EDIT in sk (0)	EDIT in si (0)	EDIT in gr (0)	EDIT in bg (0)
material_rcring	EDIT in uk (0)	EDIT in cz (0)	EDIT in de (0)	EDIT in at (0)	EDIT in fr (0)	EDIT in hr (0)	EDIT in sr (0)	EDIT in bs (0)	EDIT in it (0)	EDIT in hu (0)	EDIT in ro (0)	EDIT in sk (0)	EDIT in si (0)	EDIT in gr (0)	EDIT in bg (0)
material_reinf_concrete	EDIT in uk (0)	EDIT in cz (0)	EDIT in de (0)	EDIT in at (0)	EDIT in fr (0)	EDIT in hr (0)	EDIT in sr (0)	EDIT in bs (0)	EDIT in it (0)	EDIT in hu (0)	EDIT in ro (0)	EDIT in sk (0)	EDIT in si (0)	EDIT in gr (0)	EDIT in bg (0)
material_reinf_masonry	EDIT in uk (0)	EDIT in cz (0)	EDIT in de (0)	EDIT in at (0)	EDIT in fr (0)	EDIT in hr (0)	EDIT in sr (0)	EDIT in bs (0)	EDIT in it (0)	EDIT in hu (0)	EDIT in ro (0)	EDIT in sk (0)	EDIT in si (0)	EDIT in gr (0)	EDIT in bg (0)
material_reinforcement	EDIT in uk (0)	EDIT in cz (0)	EDIT in de (0)	EDIT in at (0)	EDIT in fr (0)	EDIT in hr (0)	EDIT in sr (0)	EDIT in bs (0)	EDIT in it (0)	EDIT in hu (0)	EDIT in ro (0)	EDIT in sk (0)	EDIT in si (0)	EDIT in gr (0)	EDIT in bg (0)
material_unrenf_masonry	EDIT in uk (0)	EDIT in cz (0)	EDIT in de (0)	EDIT in at (0)	EDIT in fr (0)	EDIT in hr (0)	EDIT in sr (0)	EDIT in bs (0)	EDIT in it (0)	EDIT in hu (0)	EDIT in ro (0)	EDIT in sk (0)	EDIT in si (0)	EDIT in gr (0)	EDIT in bg (0)
Mon	RDIT web (0)	RDIT in an (0)	FDIT in do (0)	FDIT in at (0)	FDIT & & (m)	FDIT in In (0)	FDIT in co (0)	FDIT is by (0)	FDIT in H (D)	FDIT in her (2)	FDIT in m (0)	FDIT is ch (0)	EDIT is diffe	FDIT in m (3)	FDIT in he (0)

Obr. 80: Prostředí pro překladatele

Přeložených řetězců je nyní celkově přes 1 100 a bez tohoto prostředí si jde jen velice těžko představit správu jazykových verzí manuálně. Náhled na základní přehled prostředí a ukázku zadávání překladu jednotlivých řetězců je na Obr. 80 a Obr. 82. Na Obr. 81 je vidět možnost zvolení si jazykové lokalizace přímo v programu.



Obr. 81: Dialog výběru jazyka prostředí

Language translator for AmQuake					
Home Help Translators Contacts					
Dialog - ma	terial_brick	ID	English translate	cz translate	
(418)Wienerberger product catalog		74	Reinforcement	Výztuž	
POROTHERM 50 H.I Plan (8 N/mm^2) POROTHERM 50 S Plan (7,5 N/mm^2) POROTHERM 38 H.I Plan (7,5 N/mm^2)	(409)Product description (196)N. POROTHERM 50 H.I Plan (8 N/mm^2)	156	Catalogue	Katalog	
POROTHERM 38 S Plan (10 N/mm^2) POROTHERM 38 Plan (10 N/mm^2) POROTHERM 90 Plan (10 N/mm^2) POROTHERM 25-38 M.i Plan (12,5 N/mm^2)	(410)Dimensions (402)De 500 (403)L/ 250 (404)He 249	196	Name	Jméno	
POROTHERM 25-38 Plan (12, S N/mm^2) POROTHERM 25-38 Objekt Plan (15 N/mm^2) POROTHERM 25-38 Objekt Plan (17, S N/mm^2) POROTHERM 25-38 Objekt Plan (20 N/mm^2)	(405)fb [MPa]: 9.2	361	Weight [kg/m3]	Hmotnost [kg/m3]	
POROTHERM 25:50 S8Z Plan (12,5 N/mm^2) + Fullbeton C12/15 POROTHERM 25:50 S8Z Plan (12,5 N/mm^2) + Fullbeton C16/20 POROTHERM 25:50 S8Z Plan (12,5 N/mm^2) + Fullbeton C20/25 POROTHERM 20:50 Plan (10 N/mm^2)	(361)Weight 668 (406)Groove: 2	402	Depth:	Šířka:	
POROTHERM 20-40 Objekt Plan (15 N/mm^2) POROTHERM 20-40 S82 Plan (12,5 N/mm^2) + Fülbeton C12/15 POROTHERM 20-40 S82 Plan (12,5 N/mm^2) + Fülbeton C16/20 POROTHERM 20-40 S82 Plan (12,5 N/mm^2) + Fülbeton C20/25	(407)Precision: (74)Reinforcement:	403	Length:	Délka:	
POROTHERM 17-50 Plan (12,5 N/mm^2) POROTHERM 17-50 Plan (10 N/mm^2) POROTHERM 50 H.I N+F (8 N/mm^2)	156)Catalogue (408)Confined:	404	Height:	Výška:	
	OK Cancel	405	fb [MPa]:	fb [MPa]:	
		406	Groove:	Drážka:	
		407	Precision:	Fřesné:	
		408	Confined:	Vyztužené:	
		409	Product description	Popis produktu	
		410	Dimensions	Rozměry:	
	Save all	418	Wienerberger product catalog	Katalog produktů Wienerberger	

Obr. 82: Prostředí pro překladatele – překlad dialogu pro zdící prvky

8 OVĚŘENÍ

Pro ověření správného chování programu při výpočtech byly spočteny a porovnány příklady totožné s několika konstrukcemi se známým analytickým řešením a porovnáním s experimenty. Pro ověření modelování chování zděných stěn byla použita experimentální data z prostého a sepnutého zdiva, která jsou dostupná v odborné literatuře. Pro srovnání výsledků na složitějších konstrukcích byly použity výsledky projektu ESECMaSe [10], [11].

8.1 Experimentální a analytické výsledky

Nejlepším způsobem ověření nelineárního výpočtu je porovnání výsledků výpočtu s analytickým řešením nebo laboratorními zkouškami. Prvním prezentovaným příkladem je jednoduchá zeď 1000x300x2000 mm (viz Obr. 83) tvořená z bloků Porotherm 38 zděných na tenkou maltu a je zatížena svislou silou 7,9kN. Výsledný LD diagram z výpočtu je na Obr. 84. V Tab. 7 se uvádí porovnání výpočtu s analytickým řešením podle [4]. Numerický výpočet je založen na stejných předpokladech jako Eurokód 6, proto je dosaženo prakticky stejných výsledků.



Obr. 83: a) Model zdi z nevyztuženého zdiva v programu AmQuake, b) numerický model zdi jako jeden svislý prvek.

Ruční výpočet:

Ohybová únosnost: 2.8 kN:

$$x_{c} = \frac{N_{x}}{f_{km} \ 0.8b} = \frac{5.688}{4644 \Box 0.8 \ 0.3} = 0.0051 \ m; \ f_{km} = \frac{f_{k}}{0.833} = \frac{3869}{0.833} = 4644 \ kN$$
$$M_{rd} = \left(\frac{h - x_{c}}{2}\right) N_{x} = \left(\frac{1.0 - 0.0051}{2}\right) 5.688 = 2.8 \ kNm \tag{39}$$

Smyková únosnost ve středu prvku: 41 kN:

$$f_{vk} = 0.5 \cdot f_{vko} + 0.4 \cdot \sigma_c = 0.5 \cdot 0.3 + 0.4 \frac{5.688/1000}{x_c 0.3} = 0.1608 MPa$$
$$e = \frac{M_y}{N_x} = \frac{1,514}{5,688} = 0.2662 m, \ x_c = \left(\frac{h}{2} - e\right) \Box 3 = (0,5 - 0,2659) \ \exists = 0.7014 m$$
$$V_{rd} = \frac{f_{vk}}{0.833} A_c = \frac{0.1608}{0.833} x_c b = \frac{0.1608}{0,833} \cdot 0.7014 \cdot 0.3 = 41 kN$$
(40)

Smyková únosnost ve spodním bodě: 1.27 kN:

$$e = \frac{M_{y}}{N_{x}} = \frac{2,831}{5,688} = 0.4977 \, m, \ x_{c} = \left(\frac{h}{2} - e\right) \Box 3 = (0,5 - 0,4977) \quad \Box = 0.006856 m$$

$$f_{vk} = 0.5 \cdot f_{vko} + 0.4 \cdot \sigma_{c} = 0.5 \cdot 0.3 + 0.4 \frac{5.694 / 1000}{x_{c} \, 0.3} = 1,3711 \, MPa > 0,517 = f_{vlt}$$

$$f_{vk} = 0,517 MPa$$

$$V_{rd} = \frac{f_{vk}}{0.833} A_{c} = \frac{0.517}{0.833} x_{c} b = \frac{0.517}{0.833} \cdot 0.006856 \cdot 0.3 = 1.27 \, kN$$

$$(41)$$
Pushover analýza - LD diagram



Obr. 84: LD diagram výpočtu zdi z nevyztuženého zdiva v programu AmQuake, analýza ve směru zdi

Tab. 7<u>: Porovnání únosností jedné zdi ručním a numerickým výpočtem</u>

	Ruční výpočet	Výpočet AmQuake [1]
Ohybová únosnost	2,8 kN	2,829 kN
Smyková únosnost ve středu prvku	41 kN	40,68 kN
Smyková únosnost ve spodním bodě	1,27 kN	1,277 kN

Dalším příkladem je jednoduchá železobetonová zeď 1000x300x2000 mm (viz Obr. 85) tvořená z betonu C55 a vyztužena pomocí výztuže o průměru 10 mm. Zeď je zatížena svislou silou 18 kN. V Tab. 8 se uvádí porovnání výpočtu s analytickým řešením podle [4]. Numerický výpočet je založen na stejných předpokladech jako Eurokód 2, proto je dosaženo prakticky stejných výsledků.



Obr. 85: a) Model zdi z vyztuženého betonu v programu AmQuake, b) numerický model zdi jako jeden svislý prvek.

Ruční výpočet:

Ohybová únosnost: 99 kN.

$$f_{cm} = \frac{55}{0.88} = 63 MPa, \ f_{ym} = \frac{550}{0.91} = 604 MPa$$

$$F_s = A_s f_{ym} = 2 \cdot \pi \cdot 0.005^2 \cdot 604 = 94.8 [kN] \ x_c = \frac{N_x + F_s}{f_{km} b h} = \frac{9 + 94.8}{63000 \cdot 0.3 \cdot 1} = 0.0055 \ m;$$

$$M_{rd} = \left(\frac{h - x_c}{2}\right) (N_x + F_s) + \left(\frac{h - c}{2}\right) N_x = \left(\frac{1.0 - 0.0055}{2}\right) (9 + 94.8) + \left(\frac{1.0 - 0.0030}{2}\right) 94.8 = 99 \ kNm$$

Smyková únosnost 2133 kN:

$$f_{ym} = \frac{550}{0.91} = 604 MPa, A_{sw} = 0.000157 m^2$$
$$V_{rd} = A_{sw} f_{ym} z (\cot \theta) = 0.157 \cdot 10^{-3} \cdot 604 \cdot 10^3 \cdot 0.9 \cdot 1 \cdot 2.5 = 2133 kN$$

Tab. 8: Porovnání únosností jedné zdi ručním a numerickým výpočtem

	Ruční výpočet	Výpočet AmQuake [1]
Ohybová pevnost v polovině prutu	99 kN	98,54 kN
Pevnost ve smyku v polovině prutu	2133 kN	2136 kN

8.2 Smykové zkoušky stěn

Dalším příkladem k ověření je laboratorní zkouška, která byla uskutečněna na univerzitě v Ljubljani ve Slovinsku [8]. Rozměry testované zdi jsou 1000x300x1500 mm (viz Obr. 86) a byly vyrobeny z cihel Poroblok 29/25 s maltou M5 (Tab. 9). Při ověřování byly využity zkoušky s vertikálním zatížením stěny, které odpovídá svislému napětí 0,6 MPa a 1,19 MPa. Na

Obr. 87 je vidět fotka z experimentu a LD křivka. Výpočtový model se skládá pouze z jednoho elementu (viz Obr. 88). Maximální vodorovné síly a jejich deformační kapacita jsou porovnány v Tab. 10. Z tabulky je zřejmé, že výpočtové předpoklady založené na normě Eurokódu poskytují konzervativní výpočet, který je pro daný příklad na straně bezpečnosti v porovnání se skutečností. Kromě toho je třeba si uvědomit, že výpočet odpovídá průměrnému chování stěny, což neplatí o jednotlivé zkoušce, která je použita pro srovnání. Na Obr. 89 a Obr. 90 jsou vidět spektrum odezvy a LD diagram prvního z výpočtu (ZAG 10-1).

Použité materiály	
Poroblok 29/25	fb = 11.2 MPa
malta M5	
Pevnost zdiva	fk = 3.957 MPa



Obr. 86: Rozměry experimentu

Tab. 9: Použité materiály



Obr. 87: a), b) reálný pokus



Obr. 88 a), b) model v programu AmQuake [1]



Obr. 89: Výsledné spektrum odezvy výpočtu ZAG 10-1.



Obr. 90: Výsledný LD diagram výpočtu ZAG 10-1.

Tab. 10. 1010 main vysleuku experimentu a numericke analyzy jeune sten	Tab. <u>1</u>	0: Porovnání v	výsledků ex	perimentu a	numerické	analýzy	jedné	stěny
--	---------------	----------------	-------------	-------------	-----------	---------	-------	-------

	Výpočet AmQuake	Experiment			
ZAG 10-1, 1028x300x1510, $\sigma_c = 0.6$ [MPa]					
Max. vodorovná síla $V_{\rm max}$ [kN]	42	55			
Max. deformace d_{max} [mm]	12	30			
ZAG 10-2, 1028x300x1510, $\sigma_c = 1.2$ [MPa]					
Max. vodorovná síla V_{\max} [kN]	60	99			
Max. deformace d_{max} [mm]	11,74	11			

8.3 Dvoupodlažní budova ESECMaSE (ISPRA)

Dalším příkladem je složitější konstrukce, pro kterou ale rovněž existují laboratorní zkoušky. Test byl proveden v rámci evropského projektu ESECMaSE [10], [11]. V laboratořích ISPRA byl ověřen jednoduchý dvoupatrový zděný dům. Podrobný popis zkoušky lze nalézt v příloze [10]. Jedná se o typický malý domek, kde v laboratoři byla testována pouze symetrická polovina. Materiálové parametry jsou uvedeny v Tab. 11. Konstrukce je zatížena vlastní tíhou + přidaná vlastní tíha 2,05 kN/m² a dále nahodilé zatížení 2,0kN/m². Náhled a rozměry konstrukce jsou potupné na Obr. 91.





Obr. 91: Geometrie experimentu

Tab. 11: Použité materiály

Použité materiály	
Zeď z cihly HLZ B 12-0,8 opti (Z1) (W1+W4)	f _k = 5,58 MPa
Zeď z cihly Z17-1-490 (Z2) (W2+W3)	f _k = 5 MPa
Zeď z cihly Z17-1-537 (Z3) (W5)	f _k = 13,74 MPa

Během experimentu bylo na budovu vyvíjeno vodorovné působení se zvyšujícím se maximálním zrychlením. Na základě výsledků z experimentů byla odvozena pushover křivka jako obálka maximálních sil pro každé podlaží a maximálních posunů.

Při výpočtu bylo vytvořeno několik variant modelů (se stropy bez ohybové i s ohybovou tuhostí, s ohybovou tuhostí stropu nahrazenou pomocí překladů, atd.) viz Obr. 92. Porovnání výsledků je zobrazeno v Tab. 12. Výsledky ukazují, že pomocí počítačové simulace dostáváme dobrý odhad maximální smykové síly, ale vždy se výsledky pohybují na straně bezpečnosti. Výsledky posunů horního patra jsou značně menší, než vyšly z experimentů. To může značit velice konzervativní nastavení limitů pro smykové posuny v Eurokódu 8.



Obr. 92: Model A v programu AmQuake



Obr. 93: Model B v programu AmQuake

Popis	Max smy	k síla [kN]	Max.	
	Y+	Y-	deformace [mm]	
Model A - Deska volná	167	167	37/37	
Model A - Deska pevná	215	245	36/36	
Model B	276	290	80/85	
ESECMaSE test [11], [10] (testována byla jen symetrická polovina, proto je hodnota dvojnásobkem)	422	586	84/52	

Tab. 12: Porovnání výsledků pro zkoušku z projektu ESECMaSE



Obr. 94: Ukázka LD diagramu Model A - Deska volná Y+

8.3.1 Ověření výpočtu v programu ATENA

Experiment byl ještě otestován programem ATENA. Cílem testování bylo porovnání experimentu se statickým výpočtem pomocí metody postupného přitěžování jak v programu AmQuake, tak v programu ATENA.

Pro určení správných materiálových parametrů byla provedena řada výpočtů, které měly za úkol zjistit materiálové parametry pro materiálový model Cemenetitious2 používaný v ATENA [2] pro cihelné zdivo.



Obr. 95: Ladění materiálových parametrů pro experiment ZAG 10-1



Obr. 96: Ladění materiálových parametrů pro experiment ZAG 10-2

Pro tyto srovnávací testy byly použity již dva zmíněné experimenty uskutečněné na univerzitě v Ljubljani ve Slovinsku [8] ZAG 10-1 a ZAG 10-2 viz kapitola 8.2. Oba dva jsou s mechanismem porušení v ohybu. Dále byl vybrán třetí experiment ZAG CL05, který má mód porušení ve smyku. Jedná se o podobnou zeď s rozměry 2500x300x2600 mm. Vertikální zatížení této zdi je 0,68 MPa. Na rozdíl od dvou předešlých testů je horní hraně zabráněno v natočení.

Jako základní byly použity materiálové parametry odvozené dle standardního nastavení materiálových parametrů v ATENA (ModelCode, EC6) pro beton o pevnosti F_c =4MPa. Testované pracovní diagramy s různými nastaveními materiálu jsou patrné na Obr. 95, Obr. 96 a Obr. 97. Vybraná nejlepší kombinace parametrů a jejich opravného součinitele pro zdivo je uvedena v Tab. 13



Obr. 97: Ladění materiálových parametrů pro experiment ZAG CL05

	Zdivo	Standardní nastavení materiálových parametrů v ATENA (ModelCode, EC6)	k opravný součinitel pro zdivo
E [MPa]	4000	E = k * 21500 (F _c / 10) ^ 1/3 = k * 15841	0,253
Fc [MPa]	-4	$F_{c} = k * F_{c inp} = k * -4$	1
Ft [MPa]	0,1	F _t = k * 0,3 * (F _c) ^ 2/3 = k* 0,756	0,133
Gf [N/m]	10	G _f = k * 73 * F _c ^ 0,18 = k * 93,7	0,107
Wd [m]	-0,00001	W _d = k * -0,0005	0,02
Fc0 [MPa]	-1	F _{c0} = k * F _t * -2,1 = k * -1,59	0,63
Eps_cp	-0,005	E _{ps cp} = k * (-1,9 / 1000 + F _c / E) = k * -0,00165	3,03
Beta	0,25	-	-

8.3.2 Nelineární výpočet metodou postupného přitěžování programem ATENA

Tento výpočet byl počítán pro porovnání experimentu i výpočtu programem AmQuake. Rozměry modelu dle Obr. 86. Materiálové parametry byly určeny pomocí opravného koeficientu z předešlého ladění (viz Tab. 13) a jejich výsledné hodnoty jsou uvedeny v Tab. 14.



Obr. 98: Ukázka modelu konečných prvků v programu ATENA

	k	Z2	Z1	Z3
Fc [MPa]	1	-5	-5,58	-13,74
E [MPa]	0,253	4317	4478	6047
Ft [MPa]	0,133	0,117	0,126	0,229
Gf [N/m]	0,107	10,44	10,64	12,52
Wd [m]	0,02	-0,00001	-0,00001	-0,0001
Fc0 [MPa]	0,63	-1,16	-1,25	-2,28
Eps_cp	3,03	-0,00487	-0,00480	-0,00432
Beta	0,25	0,25	0,25	0,25

Tab. 14: Materiálové parametry pro jednotlivé typy zdiva

Model byl zatížen vlastní vahou, přidaným stálým a nahodilým zatížením. Následně byly aplikovány síly do bočních příložek a vyvolávána horizontální deformace až do úplného kolapsu (do poklesu vodorovné síly na 80% její maximální hodnoty). Analýza byla provedena jak ve směru Y+, tak ve směru Y-. Porovnání všech dostupných výsledků je na Obr. 99 a v Tab. 15. Stav poškození modelu je vidět na Obr. 100.

Tab. 15: Porovnání výsledků pro zkoušku z projektu ESECMaSE

Popis	Max smy	k síla [kN]	Max. deform	mace [mm]
	Y+	Y-	Y+	Y-
AmQuake – model B	138	145	80	85
ATENA	198	260	103	42
ESECMaSE test [11], [10]	211	293	84	52



Obr. 99: LD diagram výpočtu v programu ATENA



Obr. 100: Deformovaný model z programu ATENA se zobrazením trhlin na konci výpočtu, a) ve směru Y+, b) ve směru Y-

8.4 Sevřené zdivo

Experimenty pro sevřené zdivo byly prováděny v laboratořích UTCB v Bukurešti v Rumunsku. Rozměry testované zdi jsou 2,5 x 0,3 x 1,75 m viz Obr. 101. Pro porovnání jsou uvažovány dva případy. Experiment označovaný jako 16-7 s vertikálním zatížením 0,4 MPa a experiment 16-10 se zatížením 0,6 MPa. Pro modelování byly zvoleny oba typy modelů pro sevřená zdiva RM i CM viz Obr. 104. Materiálové parametry jsou shrnuty v Tab. 16. Na Obr. 102 a Obr. 103 jsou vidět záběry ze zkoušky v laboratořích.

Tab. 16: Použité materiály

Použité materiály	
PTH 30 (250x300x238) HU	f _b = 11.38 МРа
malta M5	
Pevnost zdiva	f _k = 3.557 MPa
Beton C 12/15	F _c = 12 MPa
Výztuž 4xR14 OB37	f _{vi} = 370 МРа



Obr. 101: Rozměry experimentu



Obr. 102 Experiment 16-7, Zatížení 0,4MPa



Obr. 103 Experiment 16-10, Zatížení 0,6MPa

Model RM je modelován pomocí jednoho svislého elementu se svislou výztuží podél hrany stěn. Pokud je stěna příliš dlouhá, může být definována další vertikální výztuž po

délce tak, aby parametry vyhovovala požadované maximální rozteči mezi výztužnými prvky. Tento model je znázorněn na Obr. 104a.

Druhý model je označovaný jako CM. V tomto případě každá sevřená stěna je modelována jako několik svislých elementů. Tento model je znázorněn na Obr. 104b. Dva výztužné sloupky jsou modelovány jako element z vyztuženého betonu a střední zeď z nevyztuženého zdiva. V tomto modelu je pro aktivování kompozitního chování svislých prvků důležité použít také výztužný věnec nebo použít strop s pevným chováním v ohybu (nekonečnou tuhostí).



Obr. 104 AmQuake model experimentu, a) RM model, b) CM Model

Na Obr. 105 pak vidíme LD diagram a spektrum odezvy od jednoho z výpočtů. Maximální vodorovná síla a schopnost deformace jsou srovnány v Tab. 17. Tabulka ukazuje, že pokud jde o vodorovnou sílu, oba modely ukazují podobné výsledky. Oba jsou přibližně o 30% nižší, než je experiment. Tato nižší únosnost lze přičíst skutečnosti, že v AmQuake analýze byly použity materiálové parametry pro Porotherm 30Sth, ale v experimentu nejsou definovány všechny potřebné materiálové parametry použitého zdiva. Výsledky také ukazují, že model CM ukazuje vyšší duktilitu.



Obr. 105 Výsledky z analýzy UTCB 16-7 (CM) a) LD diagram, b) spektrum odezvy

Tab. 17: Porovnání výsledků z experimentu a numerické simulace pro zeď ze sevřeného zdiva

	AmQ	Experiment				
	RM model CM model					
UTCB 16-7, 2500x300x1750						
V_{\max} [kN]	164	190	316			
d_{\max} [mm]	10	11.6	14			
UTCB 16-10, 2500x300x1750						
V _{max} [kN]	228	269	359			
d_{\max} [mm]	10	19	11			

9 PRAKTICKÁ APLIKACE – Projekt KOZOLCI



Obr. 106: Projekt Kozolci

Příklad aplikace výpočtu metodou statického přitěžování ukazuje posouzení bytové budovy náležící do projektu Kozolci ve Slovinsku poblíž města Ljubljana viz Obr. 106. Smyslem výpočtu bylo ověřit, zda je možné postavit zděnou konstrukci v relativně vysoké seizmické oblasti se seizmickým návrhovým zrychlením 0,225g. Další vstupní seizmické parametry jsou v Tab. 18

Tab. 18: Vstupní seizmické parametry Kozolci

Vstupní parametry	Tb	0,15s	
Kategorie půdy	В	Тс	0,5s
Referenční návrhové zrychlení	2,207 m/s2	Td	2s
Faktor půdy	1,2	Dynamický faktor beta0	2,5



Obr. 107: Projekt Kozolci - pohled



Obr. 108: Projekt Kozolci – vizualizace investora

Pevnost použitého zdiva je f_k=6,591MPa, Beton ve výztužných prvcích je C20/25. Sloupky jsou vyztuženy 8 profily 12mm o f_y=500MPa. Stálé zatížení na strop je 5,5 kN/m², nahodilé pak 2,5 kN/m².



Obr. 109: Projekt Kozolci – půdorys typického patra





Comnany: Cervenka



Obr. 110: Model Kozolci – geometrický model



Obr. 111: Poškození stěn při analýze ve směru kolmém na osu budovy, a) zdeformovaný tvar, b) zobrazení výsledků na geometrickém modelu (SD = smykové porušení, FD = ohybové porušení, MV = dosažena mez únosnosti v ohybu a smyku, V = dosažena smyková únosnost, M = dosažena ohybová únosnost)

Budova byla posouzena pro celkem 16 zatěžovacích stavů. V průběhu výpočtu byly z důvodu nevyhovění pro směr kolmý na osu budovy některé stěny po konzultaci s projektanty více vyztuženy a zoptimalizovány, aby jejich účinek byl co největší. Nakonec se nahradilo celé první patro betonovými stěnami (Obr. 112). Obr. 113 ukazuje vypočtenou zatěžovací křivku a posouzení pro jeden ze zatěžovacích stavů. Výsledný deformovaný tvar včetně způsobu porušení jednotlivých prvků zobrazuje Obr. 111. Výsledky jednotlivých analýz jsou také vidět v Tab. 19. Tato stavba se v současné době nachází ve fázi přípravy realizace. Využití moderního způsobu navrhování umožnilo vytvořit konstrukci s vyšším podílem stěn z pálených zdících prvků, které jsou efektivně doplněny o železobetonové výztužné prvky. Díky tomu bude budova poskytovat příjemnější prostředí budoucím obyvatelům a investor ušetřil zhruba 30 % nákladů na hrubou stavbu oproti klasickému návrhu s využitím železobetonové konstrukce pro celou budovu.



Obr. 112: Kozolci optimalizace stěn – a) stěny v 1NP, b) stěny v typickém patře



Obr. 113: Kozolci výsledky pro Analýzu X+, pozitivní excentricita a obdélníkové rozdělení síly (a) Zatěžovací diagram (b) vyhodnocení pushover analýzy v podélném směru budovy.

Analýza	Mezní stavy	DLS požadavek[mm]	DLS kapacita [mm]	ULS požadavek x 1,50 [mm]:	ULS kapacita [mm]	Bezpečnostní rezerva DLS [%]	Bezpečnostní rezerva ULS [%]	Souč. navýšení pevnosti	Maximální chyba [%]
X+, exc. pos, uni	Pass	56.515	170.335	169.547	170.335	66.821	0.463	13.796	0.442
X+, exc. pos, tri	Pass	68.848	207.839	206.544	207.839	66.874	0.623	15.204	0.493
X+, exc. neg, uni	Pass	56.052	168.766	168.156	168.766	66.787	0.361	13.680	0.365
X+, exc.neg, tri	Pass	67.726	205.933	203.180	205.933	67.113	1.337	14.922	0.129
X-, exc. pos, uni	Pass	55.981	169.788	167.945	169.788	67.029	1.086	13.762	0.239
X-, exc. pos, tri	Pass	67.210	203.952	201.630	203.952	67.046	1.139	14.995	0.0721
X-, exc. neg, uni	Pass	55.749	168.927	167.247	168.927	66.998	0.995	13.652	0.0954
X-, exc.neg, tri	Pass	67.774	203.769	203.324	203.769	66.740	0.219	15.044	0.279
Y+, exc. pos, uni	Pass	51.529	157.561	154.587	157.561	67.296	1.888	3.038	0.916
Y+, exc. pos, tri	Pass	62.092	189.536	186.276	189.536	67.240	1.720	5.842	0.125
Y+, exc. neg, uni	Pass	52.011	156.413	156.033	156.413	66.748	0.243	5.784	0.259
Y+, exc.neg, tri	Pass	61.916	186.815	185.750	186.815	66.857	0.570	6.477	0.0489
Y-, exc. pos, uni	Pass	51.231	156.328	153.693	156.328	67.229	1.686	6.549	0.718
Y-, exc. pos, tri	Pass	61.483	186.855	184.451	186.855	67.096	1.287	6.502	0.0808
Y-, exc. neg, uni	Pass	51.431	157.181	154.293	157.181	67.279	1.837	5.837	0.171
Y+, exc. pos, uni	Pass	51.529	157.561	154.587	157.561	67.296	1.888	3.038	0.916
Static	Pass	-	-	-	-	-	-	-	0.0916

Tab. 19: Projekt Kozolci - tabulka výsledků pro všechny analýzy

10 ZÁVĚR

Metoda postupného přitěžování konstrukce (pushover) spolu s implementací metody ekvivalentního rámu umožňuje efektivní posuzování zděných konstrukcí v seizmických oblastech. Jedná se o podstatně přesnější výpočet než klasický způsob pomocí lineárního výpočtu a součinitelů duktility, který dokáže spolehlivěji kvantifikovat skutečnou duktilitu konstrukce a tím zaručit její spolehlivější návrh. Použitím těchto dvou metod jdou i velké budovy řešit mnohem rychleji, v akceptovatelném čase a v rámci rozumných požadavků na výpočetní stroje.

Na řadě příkladů bylo ukázáno ověření nelineárního výpočtu proti analytickým řešením i proti laboratorním zkouškám. Praktický příklad slovinského projektu Kozolci ukazuje, že využití moderních výpočtových metod umožňuje navrhování zděných konstrukcí i v oblastech, kde mnozí inženýři volí železobetonovou konstrukci často pouze proto, že nemají vhodné nástroje pro posuzování jiných variant.

Jednoduchost zadávání dat je určena přímo pro inženýry a projektanty, kteří se každodenně setkávají se statikou zděných budov. Je jim umožněn jednoduchý import geometrie z CAD programů. Materiálové parametry pro jednotlivé cihelné bloky si můžou načíst z databáze výrobků dostupných pro všech 11 zemí. Jednoduchost zadávání a výhoda automatického převodu geometrie na výpočetní model (síť konečných prvků) s sebou však nese některá omezení a pravidla pro tvorbu modelu. Při dodržení těchto pravidel lze namodelovat většinu konstrukčních řešení, se kterými se ve zděných stavbách můžeme potkat. Zpětné vazby od uživatelů programu a z nich vyplývající opravy a vylepšení programu se zároveň postupně implementují a rozšiřuje se tak počet možností, které lze pro modelování použít.

11 Seznam použité literatury

- [1] Červenka, J., Jendele, L., a Janda, Z., AmQuake dokumentace programu, Červenka Consulting, 2010, www.amquake.eu
- [2] Program ATENA dokumentace programu Teoretický manuál, Červenka Consulting s.r.o., Praha 2012, www.cervenka.cz
- [3] ČSN EN 1992-1-1, Eurokód 2 Navrhování betonových konstrukcí Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- [4] ČSN EN 1996-1-1, Eurokód 6 Navrhování zděných konstrukcí Část 1-1: Obecná pravidla pro vyztužené a nevyztužené zděné konstrukce
- [5] ČSN EN 1998-1, Eurokód 8 Navrhování konstrukcí odolných proti zemětřesení -Část 1: Obecná pravidla, seizmická zatížení a pravidla pro pozemní stavby
- [6] Slimak, M., Ekvivalentná rámová metóda pre push-over analýzu murovaných konštrukcií parametrická štúdia, diplomova práce, 2011
- [7] Zach, R., Vergleich von Mauerwerksbautenberechnungs-programmen unter seismischen einwirkungen, Ph.D. thesis, TU Graz, 2008
- [8] Frumento, S., Magenes, G., Morandi, P., and Calvi, G. M., Interpretation of experimental shear tests on clay brick masonry walls and evaluation of q-factors for seismic design, IUSS Press, Research report No. 02.09, May 2009
- [9] PhD Thesis of Paolo Morandi, "New Proposals for Simplified Seismic Design of Masonry Buildings, November 2006, University of Pavia and ROSE School
- [10] Brenker, E., Modellierung der pseudodynamischen Versuche an Reihenhäusern aus Kalksandsteinund, Ziegelmauerwerk am JRC Ispra mit Hilfe der Equivalent Frame Methode, Masterarbeit, Universitaet Kassel, 2010
- [11] Meyer, U., González, A. C., EU-Forschungsprojekt ESECMaSE eine zusammenfassende Bewertung aus der Sicht der deutschen Mauerwerkindustrie – Stand Herbst 2008, Ernst & Sohn Verlag fuer Architektur and technische Wissenschaften GmbH & Co. KG, Berlin - Mauerwerk 12 (2008) Helft 6, pp. 327-331
- [12] Šulerová, Z. Modelování náhodné torze a její učinek ve spektrální analýze. Brno, 2012. 59 s. Bakalářská práce. VUT Brno, Fakulta stavební, Ústav stavební mechaniky.
- [13] Havlíková, I. Dynamická analýza konstrukce zatížené seismickým zatížením. VUT Brno, Fakulta stavební. Ústav stavební mechaniky, 2012. Diplomová práce.
- [14] Fišer, O. Nová norma pro navrhování konstrukcí odolných proti účinkům zemětřesení, časopis Stavebnictví 03/09
- [15] Máca J. Navrhování konstrukcí na účinky zemětřesení, časopis Beton TSK 06/2008
- [16] Máca J. Dynamika stavebních konstrukcí 1, (https://ksm.fsv.cvut.cz/homeworks/student/DYN1/DYN1_07.pdf)
- [17] J. Cervenka, Z. Janda, AmQuake Validation and Testing, Cervenka Consulting, 2010
- [18] Charleston A. Seismic design for architects, Architectural Press is an imprint of Elsevier, 2008
- [19] GSHAP, Closing report Report to the INDR/STC (http://www.seismo.ethz.ch/static/gshap/Gshap98-stc.html)
- [20] Earthquake engineering, Wikipedia [Online] http://en.wikipedia.org/wiki/Earthquake_engineering

- [21] Fenwick R., Lau D. Davidson B., A comparison of the seismic design requirements in the New Zealand loadings standard with other major design codes, (online) http://www.nzsee.org.nz/db/Bulletin/Archive/35%283%290190.pdf
- [22] European-Mediterranean seismic hazard map, [Online] http://www.preventionweb.net/english/professional/maps/v.php?id=10049
- [23] K. J. Bathe, "Finite Element Procedures in Engineering Analysis", Englewood Cliffs, New Jersey 07632: Prentice Hall, Inc., 1982
- [24] Surovec J., Výpočet duktility konstrukce a její odezvy na seizmické zatížení, Praha, listopad 2003
12 Seznam prací autora

- [25] J.Sejnoha, J. Zeman, J. Novak, and Z. Janda, Non-linear three-dimensional analysis of the charles bridge exposed to temperature impact, Proceedings of the Tenth International Conference on Civil, Structural and Environmental Engineering Computing (Stirling, United Kingdom) (B. H. V. Topping, ed.), Civil-Comp Press, 2005, paper 187
- [26] Janda Z., Červenka J., Červenka V., Posouzení bezpečnosti železobetonových konstrukcí v nelineárních výpočtech, časopis Beton 2007/1
- [27] Šejnoha J., Janda Z., Novák J., Zeman J., Šejnoha M., Výpočet stavů napětí a poškození Karlova mostu v Praze, časopis Beton 2007/5
- [28] Janda, Z., Novák, J., Šejnoha, J., Šejnoha, M., Nelineární modelování segmentu Karlova mostu, Engineering Mechanics 2005. Praha: Ústav termomechaniky AV ČR, 2005
- [29] Janda Z. BARCOM, Fib TG 4.1 Workshop TU Dresden, 21. 22. 7. 2008
- [30] Červenka J., Červenka V., Pukl R., Janda Z., Assesment of remaining structural capacity by compile simulation, Fib Amsterdam, 19. 22. 5. 2008
- [31] Janda Z., Mikula J., Moderní přístupy k návrhu segmentových mostních konstrukcí, Silnice a železnice 2009/2
- [32] Janda, Z. Zeman, J. Šejnoha, J, Zjednodušené modely interakce volného předpínacího kabelu s konstrukcí, Stavební obzor 2009/2
- [33] Janda Z., Mikula J., Moderní přístupy k návrhu segmentových mostních konstrukcí, Mosty 2009, 23. 24. 4. 2009, Brno
- [34] Janda Z., Červenka J., Numerická analýza tlakové zkoušky experimentálního kontejnmentu v laboratořích BARC, Indie, 6. Konference Zvyšování životnosti komponent energetických zařízení v elektrárnách, Srní, 18. - 20. říjen 2011
- [35] Janda Z. Nonlinear analysis of reactor containment in software ATENA, Applied mechanics 2011, 18-20/4/2011
- [36] Janda Z., Červenka J., Numerická analýza tlakové zkoušky experimentálního kontejnmentu v laboratořích BARC, Indie, časopis All for Power, 2011/12
- [37] Janda Z., Červenka J., Posuzování zděných staveb dle Eurokódu 8 na seizmicitu metodou postupného přitěžování, Stavebnictví & Interiér, 2012/6
- [38] Červenka J., Červenka V., Janda Z., Posouzení bezpečnosti obálek jaderných reaktorů s využitím celkového součinitele bezpečnosti, časopis Energetika 2012/4
- [39] Červenka, J., Janda, Z., Modul softwaru ATENA pro analýzu požáru [Software splňující podmínky RIV (dřív Autorizovaný]. 2009.
- [40] Jäger, A., Cervenka, J., Janda, Z., Kasa, M., Lu, S., AmQuake Eine Software für Mauerwerks-Design auf Grundlage der Push-Over Analyse nach Eurocode 6 und 8, D-A-CH Tagung, 15. - 16. 9. 2011
- [41] Cervenka, J., Janda, Z., Pryl, D., Numerical Simulation of Prestressed Concrete Containments, Proc. SMIRT 21, New Delhi

13 Seznam obrázků a tabulek

Obr. 1: Mapa seizmických oblastí České republiky [5]	3
Obr. 2: Mapa návrhových gravitačních zrychlení v Evropě [22]	4
Obr. 3 Porovnání spekter pružné odezvy pro různé normy a různá spektra (sei zóny) [21]	smické 8
Obr. 4 Porovnání smykových sil v základu konstrukce jednotlivými normami, a) vysokou seismicitou b) zóna s nízkou seismicitou [21]	zóna s 8
Obr. 5 Porovnání návrhových hodnot duktility dle jednotlivých norem [21]	8
Obr. 6: Tvar spektra vodorovné pružné odezvy dle EC8	9
Obr. 7: Distribuce celkových seizmických sil po výšce budovy, a) podle 1. vlastního b) lineárně po výšce budovy	o tvaru, 14
Obr. 8: Zatěžovací křivka – zatížení / posuny	17
Obr. 9: Křivka spektra elastické odezvy	
Obr. 10: Model konstrukce zděné stěny. Nahoře s vynecháním překladů a parapet se zahrnutím i těchto prvků (viz [9])	tů, dole 20
Obr. 11: 3D model konstrukce	21
Obr. 12: Drátový model konstrukce	22
Obr. 13: Pevná příčle	22
Obr. 14: Numerický model	24
Obr. 15: Nelineární řešení – a) pracovní diagram dokonvergovaného kroku, b) pr diagram pro jednotlivé iterace	racovní 25
Obr. 16: Nelineární řešení	25
Obr. 17: Idealizovaný graf chování zděné stěny ve smyku. V _r – síla ve smyku, γ – sn deformace	nyková 29
Obr. 18: Průřez zatížený podélným a bočním zatížením	
Obr. 19: Idealizované bi-lineární chování průřezu v ohybu	32
Obr. 20: M-N diagram průřezu	32
Obr. 21: Generace výpočetního modelu	
Obr. 22: Diagram využití normových a uživatelských hodnot	35
Obr. 23: Dialog výběru národních norem	35
Obr. 24: Parametry zdí (sloupů)	
Obr. 25: Dialog definice zdí (sloupů)	
Obr. 26: Parametry okna (dveří)	37
Obr. 27: Dialog definice oken (dveří)	37
Obr. 28: Parametry stropů	

Obr. 29: Dialog definice stropů	
Obr. 30: Dialog definice stropů geometrie	39
Obr. 31: Dialog import z DXF	39
Obr. 32: Příklady definice zdí ve vrstvách DXF a) zdi, b) okna, c) strop	40
Obr. 33: Příklady definice zdí v DXF	41
Obr. 34: Příklad vytváření vrstev v DXF pro import - půdorys RD	41
Obr. 35: Příklad vytváření vrstev v DXF pro import - půdorys RD – vrstva pro nosi (je zvolen způsob označování zdí pomocí jejich úhlopříček)	1é zdi 42
Obr. 36: Příklad vytváření vrstev v DXF pro import - půdorys RD – vrstva pro oké dveřní otvory	enní a 43
Obr. 37: Příklad vytváření vrstev v DXF pro import - půdorys RD – vrstva pro zatěž obrazce (pro každou nosnou zeď jsem tímto zvolil přesnou část stropu, která je t zdmi nesena)	żovací ěmito 44
Obr. 38: Diagram výroby výpočetního modelu	45
Obr. 39: Tvorba sítě pro jednoduchou stěnu	46
Obr. 40: Tvorba sítě pro dvě jednoduché stěny a okno	46
Obr. 41: Tvorba sítě pro jednopatrovou budovu, použití výztužných věnců	47
Obr. 42: Konstrukce ze sevřeného zdiva	48
Obr. 43: Konstrukce ze sevřeného zdiva	48
Obr. 44: Sevřené zdivo – typy sítí. Vpravo nahoře CM model. Vpravo dole RM model	49
Obr. 45: Sevřené zdivo RM model – modelované pomocí jedné zdi s výztuží v krajích	149
Obr. 46: Sevřené zdivo CM model – modelované pomocí dvou sloupků a jedné st zdi. Sloupky mohou být buď z vyztuženého betonu, nebo z vyztuženého zdiva	řední 50
Obr. 47: Sevřené zdivo – typy sítí – napojení rohu	50
Obr. 48: Napojení nenavazujících zdí	51
Obr. 49: Napojení nenavazujících zdí – příklady 1), 2), 3)	52
Obr. 50: Napojení nenavazujících zdí – příklad 4)	53
Obr. 51: Dialog standardního nastavení parametrů zemětřesení	54
Obr. 52: Dialog pokročilého nastavení parametrů zemětřesení	55
Obr. 53: Dialog pro definici hodnota zatížení	56
Obr. 54: Dialog pro definici zatěžovacích ploch stropních desek	57
Obr. 55: Dialog pro definici zatěžovacích ploch stropních desek – příklad jednosn pnuté desky	něrně 57
Obr. 56: Konstrukce se stropním otvorem	58
Obr. 57: Dialog pro definici zatěžovacích ploch stropních desek s nadefinov otvorem	aným 58
Obr. 58: Příklad výpočtu pevnosti zdiva	59

Obr. 59: Katalog zdících prvků	60
Obr. 60: Definice materiálu beton, a) předdefinovaný, b) uživatelský	60
Obr. 61: Definice materiálu výztuž	61
Obr. 62: Definice materiálu pro zdivo	61
Obr. 63: Definice materiálu pro vyztužené zdivo – základní nastavení	62
Obr. 64: Definice materiálu pro vyztužené zdivo – definice vertikálního vyztužení	62
Obr. 65: Definice materiálu pro vyztužené zdivo – definice vertikálního vyztu absolutní pozice	ıžení, 63
Obr. 66: Definice materiálu pro vyztužené zdivo – definice horizontálního vyztužení	63
Obr. 67: Definice materiálu pro vyztužený beton	64
Obr. 68: Definice materiálu pro překlady a věnce	64
Obr. 69: Nastavení výpočtu – výběr analýz	65
Obr. 70: Nastavení výpočtu – pokročilé parametry pro běh výpočtu	65
Obr. 71 Tabulka výsledků všech požadovaných analýz	65
Obr. 72 Výsledky analýzy – LD diagram	66
Obr. 73 Výsledky analýzy – a) spektrum odezvy, b) vnitřní síly na prvcích	66
Obr. 74 Výsledky analýzy – reakce v bodech vetknutí	67
Obr. 75 Výsledky analýzy – a) posuny a pootočení všech bodů, b) poškození a n stavy prvků	nezní 67
Obr. 76 Možnosti pro tisk výsledků do RTF souboru	68
Obr. 77 Možnosti zobrazení konstrukce a) nastavení zobrazeného modelu, b) nasta počtu výsledků pro jednotlivé prvky	avení 68
Obr. 78 Zobrazení informací o prvku	69
Obr. 79: Diagram pohybu dat pro online překlad	72
Obr. 80: Prostředí pro překladatele	73
Obr. 81: Dialog výběru jazyka prostředí	73
Obr. 82: Prostředí pro překladatele – překlad dialogu pro zdící prvky	74
Obr. 83: a) Model zdi z nevyztuženého zdiva v programu AmQuake, b) numerický n zdi jako jeden svislý prvek	10del 75
Obr. 84: LD diagram výpočtu zdi z nevyztuženého zdiva v programu AmQuake, an ve směru zdi	alýza 76
Obr. 85: a) Model zdi z vyztuženého betonu v programu AmQuake, b) numerický n zdi jako jeden svislý prvek	nodel 77
Obr. 86: Rozměry experimentu	78
Obr. 87: a), b) reálný pokus	79
Obr. 88 a), b) model v programu AmQuake [1]	79
Obr. 89: Výsledné spektrum odezvy výpočtu ZAG 10-1	79

Obr. 90: Výsledný LD diagram výpočtu ZAG 10-1	80
Obr. 91: Geometrie experimentu	81
Obr. 92: Model A v programu AmQuake	
Obr. 93: Model B v programu AmQuake	82
Obr. 94: Ukázka LD diagramu Model A - Deska volná Y+	83
Obr. 95: Ladění materiálových parametrů pro experiment ZAG 10-1	84
Obr. 96: Ladění materiálových parametrů pro experiment ZAG 10-2	84
Obr. 97: Ladění materiálových parametrů pro experiment ZAG CL05	85
Obr. 98: Ukázka modelu konečných prvků v programu ATENA	86
Obr. 99: LD diagram výpočtu v programu ATENA	87
Obr. 100: Deformovaný model z programu ATENA se zobrazením trhlir výpočtu, a) ve směru Y+ , b) ve směru Y	1 na konci 87
Obr. 101: Rozměry experimentu	
Obr. 102 Experiment 16-7, Zatížení 0,4MPa	
Obr. 103 Experiment 16-10, Zatížení 0,6MPa	89
Obr. 104 AmQuake model experimentu, a) RM model, b) CM Model	90
Obr. 105 Výsledky z analýzy UTCB 16-7 (CM) a) LD diagram, b) spektrum ode	zvy91
Obr. 106: Projekt Kozolci	92
Obr. 107: Projekt Kozolci - pohled	92
Obr. 108: Projekt Kozolci – vizualizace investora	93
Obr. 109: Projekt Kozolci – půdorys typického patra	93
Obr. 110: Model Kozolci – geometrický model	94
Obr. 111: Poškození stěn při analýze ve směru kolmém na osu budovy, a) zde tvar, b) zobrazení výsledků na geometrickém modelu (SD = smykové poru ohybové porušení, MV = dosažena mez únosnosti v ohybu a smyku, V = smyková únosnost, M = dosažena ohybová únosnost)	formovaný 1šení, FD = - dosažena 95
Obr. 112: Kozolci optimalizace stěn – a) stěny v 1NP, b) stěny v typickém patře	e96
Obr. 113: Kozolci výsledky pro Analýzu X+, pozitivní excentricita a o rozdělení síly (a) Zatěžovací diagram (b) vyhodnocení pushover analýzy v směru budovy	bdélníkové [,] podélném 96
Tab. 1: Součinitel významu [5]	4
Tab. 2 Součinitel duktility q podle typu konstrukce	11
Tab. 3: Typy základových půd [5]	54
Tab. 4: Ukázka databáze národních parametrů	70
Tab. 5: Ukázka databáze malt	71
Tab. 6: Ukázka databáze cihelných prvků	71

Posuzování zděných staveb na seizmicitu metodou postupného přitěžování	
Tab. 7: Porovnání únosností jedné zdi ručním a numerickým výpočtem	76
Tab. 8: Porovnání únosností jedné zdi ručním a numerickým výpočtem	77
Tab. 9: Použité materiály	
Tab. 10: Porovnání výsledků experimentu a numerické analýzy jedné stěny	80
Tab. 11: Použité materiály	81
Tab. 12: Porovnání výsledků pro zkoušku z projektu ESECMaSE	83
Tab. 13: Materiálové parametry pro zdivo	85
Tab. 14: Materiálové parametry pro jednotlivé typy zdiva	86
Tab. 15: Porovnání výsledků pro zkoušku z projektu ESECMaSE	86
Tab. 16: Použité materiály	88
Tab. 17: Porovnání výsledků z experimentu a numerické simulace pro zeď ze sevř zdiva	eného 91
Tab. 18: Vstupní seizmické parametry Kozolci	92
Tab. 19: Projekt Kozolci - tabulka výsledků pro všechny analýzy	97

14 Přílohy

14.1.1 Databáze malt k použití v České republice

Name	type	fm [MPa]	mass [kN/m3]
M2,5 Klasická malta	3	2,5	
M5 Klasická malta	3	5	
M10 Klasická malta	3	10	
M15 Klasická malta	3	15	
M20 Klasická malta	3	20	
M2,5 Tepelně izolační malta	4	2,5	
M5 Tepelně izolační malta	4	5	
M10 Tepelně izolační malta	4	10	
Dry-fix	2		
Malta na tenké spáry	1		

14.1.1 Databáze zdících prvků k použití v České republice

		Product Name	group	fb	width depth	length	height	mass [kg/m2]	tongue and groove	precision ground	Product figure [jpg]	Pruduct sheet	fk_DRYFIX	phi_fvk_DRYFIX
1	14 P+D (P8)		2	10,768	140	497	238	182	Х					
2	14 P+D (P10)		2	13,46	140	497	238	182	Х					
3	17,5 P+D (P8)		2	10,208	175	372	238	215	Х					
4	17,5 P+D (P10)		2	12,76	175	372	238	215	Х					
5	24 P+D (P10)		2	11,556	240	372	238	275	Х					
6	24 P+D (P15)		2	17,334	240	372	238	275	Х					
7	30 P+D (P10)		2	11,433	300	247	238	318	Х					
8	30 P+D (P15)		2	17,149	300	247	238	318	Х					
9	36,5 P+D (P8)		2	9,146	365	247	238	314	Х					
10	36,5 P+D (P10)		2	11,433	365	247	238	314	Х					
11	36,5 P+D (P15)		2	17,149	365	247	238	314	Х					
12	40 P+D (P8)		2	9,146	400	247	238	347	Х					
13	40 P+D (P10)		2	11,433	400	247	238	347	Х					
14	40 P+D (P15)		2	17,149	400	247	238	347	Х					
15	44 P+D (P8)		2	9,146	440	247	238	371	Х					
16	44 P+D (P10)		2	11,433	440	247	238	371	Х					
17	44 P+D (P15)		2	17,149	440	247	238	371	Х					
18	40 EKO+ (P6)		3	6,849	400	248	238	294	Х					
19	40 EKO+ (P8)		3	9,132	400	248	238	294	Х					
20	44 EKO+ (P6)		3	6,849	440	248	238	338	Х					
21	44 EKO+ (P8)		3	9,132	440	248	238	338	Х					
22	50 Hi (P8)		3	9,104	500	250	238	366	Х					
23	14 Profi (P8)		2	10,944	140	497	249	163	Х	Х			1,76	0,4

A (_	40.00	4.40	407	.	100				0.05	<u> </u>
24	14 Profi (P10)	2	13,68	140	497	249	163	X	X		2,05	0,4
25	17,5 Profi (P8)	2	10,384	1/5	372	249	193	X	X		1,76	0,4
26	17,5 Profi (P10)	2	12,98	1/5	372	249	193	X	X		2,05	0,4
27	24 Profi (P10)	2	11,688	240	372	249	241	X	X		2,05	0,4
28	24 Profi (P15)	2	17,532	240	372	249	241	X	X		2,76	0,4
29	30 Profi P10)	2	11,549	300	247	249	283	X	X		2,05	0,4
30	30 Profi (P15)	2	17,324	300	247	249	283	Х	Х		2,76	0,4
31	36,5 Ti Profi (P7)	—	8,071	365	248	249	265	Х	Х			
32	40 Profi (P8)	2	9,224	400	248	249	344	Х	Х		1,76	0,36
33	40 Profi (P10)	2	11,53	400	248	249	344	Х	Х		2,05	0,36
34	40 Profi (P15)	2	17,294	400	248	249	344	Х	Х		2,76	0,36
35	44 Profi (P8)	2	9,224	440	248	249	365	Х	Х		1,76	0,36
36	44 Profi (P10)	2	11,53	440	248	249	365	Х	Х		2,05	0,36
37	44 Profi (P15)	2	17,294	440	248	249	365	Х	Х		2,76	0,36
38	40 EKO+ Profi (P6)	3	6,918	400	248	249	292	Х	Х		1,3	0,36
39	40 EKO+ Profi (P8)	3	9,224	400	248	249	292	Х	Х		1,6	0,36
40	44 EKO+ Profi (P6)	3	6,918	440	248	249	318	Х	Х		1,3	0,36
41	44 EKO+ Profi (P8)	3	9,224	440	248	249	318	Х	Х		1,6	0,36
42	50 Hi Profi (P8)	3	9,192	250	250	249	368	Х	Х		1,6	0,36
43	19 AKU (P10)	2	12,46	190	372	238	245	Х				
44	19 AKU (P15)	2	18,69	190	372	238	245	Х				
45	25 AKU P+D (P10)	2	11,38	250	372	238	304	Х				
46	25 AKU P+D (P15)	2	17,07	250	372	238	304	Х				
47	25 AKU P+D (P20)	2	22,76	250	372	238	304	Х				
48	25 AKU MK (P10)	2	11,38	250	372	238	332	Х				
49	25 AKU MK (P15)	2	17,07	250	372	238	332	Х				
50	25 AKU MK (P20)	2	22,76	250	372	238	332	Х				
51	30 AKU P+D (P10)	2	11,433	300	247	238	362	Х				
52	30 AKU P+D (P15)	2	17,149	300	247	238	362	Х				
53	30 AKU P+D (P20)	2	22,866	300	247	238	362	Х				
54	36,5 AKU (P10)	2	11,433	365	247	238	412	Х				
55	36,5 AKU (P15)	2	17,149	365	247	238	412	Х				
56	25 AKU SYM (P15)	2	17,07	250	372	238	313	Х				
57	25 AKU SYM (P20)	2	22,76	250	372	238	313	Х				
58	30 AKU SYM (P15)	2	17,149	300	247	238	372	Х				
59	30 AKU SYM (P20)	2	22,866	300	247	238	372	Х				
60	50 EKO+ (P6)	3	6,849	440	248	238	364	Х				
61	50 EKO+ (P8)	3	9,132	440	248	238	364	Х				
62	50 EKO+ Profi (P6)	3	6.918	440	248	249	361	Х	Х		1.3	0.36
63	50 EKO+ Profi (P8)	3	9,224	440	248	249	361	Х	Х	 1	1.6	0,36
64	30 T Profi (P8)	_	9,224	300	248	249	235	Х	Х		,-	,
65	36.5 T Profi (P8)	_	9,224	365	248	249	268	Х	Х			
66	42.5 T Profi (P8)	_	9,224	425	248	249	310	X	X			
	,•		-,1			U	0.0	- `		1		

		Product Name	E=k_E*fk	G=k_G*E	fbh	e_DRYFIX	fvk0_DRYFIX	eps_mu	fk_m5	fkh_m5	fvk0_m5
1	14 P+D (P8)							-0,002			
2	14 P+D (P10)							-0,002			

3	17,5 P+D (P8)					-0,002		
4	17,5 P+D (P10)					-0,002		
5	24 P+D (P10)					-0,002		
6	24 P+D (P15)					-0,002		
7	30 P+D (P10)					-0,002		
8	30 P+D (P15)					-0,002		
9	36,5 P+D (P8)					-0,002		
10	36.5 P+D (P10)					-0.002		
11	36,5 P+D (P15)					-0,002		
12	40 P+D (P8)					-0,002		
13	40 P+D (P10)					-0.002		
14	40 P+D (P15)					-0.002		
15	44 P+D (P8)					-0.002		
16	44 P+D (P10)					-0.002		
17	44 P+D (P15)					-0.002		
18	40 EKO+ (P6)					-0.002		
19	40 EKO+ (P8)					-0.002		
20	44 EKO+ (P6)					-0.002		
21	44 FKO+ (P8)					-0.002		
22	50 Hi (P8)			 		-0.002		
23	14 Profi (P8)			 	0.05	-0.002		
24	14 Profi (P10)			 	0.05	-0.002		
25	17 5 Profi (P8)			 	0.05	-0.002		
26	17,5 Profi (P10)			 	0.05	-0.002		
20	24 Profi (P10)				0,05	_0.002		
28	24 Profi (P15)				0,05	-0,002		
20	30 Profi P10)				0,05	0,002		
20	30 Profi (P15)				0,05	-0,002		
31	36 5 Ti Profi (P7)				0,00	-0,002		
32	40 Profi (P8)				0 04	-0.002		
33	40 Profi (P10)				0,04	-0.002		
34	40 Profi (P15)				0,04	-0.002		
35	44 Profi (P8)				0,04	-0.002		
36	44 Profi (P10)				0,04	-0,002		
37	44 Profi (P15)				0,04	-0,002		
38	44 FIOI (FIS)			 	0,04	0,002		
30	40 EKO+ Profi (P8)			 	0,04	0,002		
40	44 EKO+ Profi (P6)				0,04	-0,002		
41	44 EKO+ Profi (P8)				0,04	-0,002		
12	50 Hi Profi (P8)				0,04	0,002		
42	10 ΔKU (P10)			 	0,04	-0,002		
43						0.002		
44	25 AKU (F 10)					0.002		
40	25 AKU FTD (FIU)					-0,002		
40	25 AKU FTD (F13)					-0,002		
41						0,002		
40	25 AKU WK (F 10)					0.002		
49 50	25 ANU WIN (P 13)					-0,002		
00 E4	20 AKU WIK (P2U)					-0,002	 	
51						-0,002		
52						-0,002	 	
53	26 5 AKU (P20)					-0,002		
54 55	26 5 AKU (P10)			 		-0,002	 	<u> </u>
55	30,3 ANU (M13)		1			-0,002		

56	25 AKU SYM (P15)				-0,002		
57	25 AKU SYM (P20)				-0,002		
58	30 AKU SYM (P15)				-0,002		
59	30 AKU SYM (P20)				-0,002		
60	50 EKO+ (P6)				-0,002		
61	50 EKO+ (P8)				-0,002		
62	50 EKO+ Profi (P6)			0,04	-0,002		
63	50 EKO+ Profi (P8)			0,04	-0,002		
64	30 T Profi (P8)				-0,002		
65	36,5 T Profi (P8)				-0,002		
66	42,5 T Profi (P8)				-0,002		

14.1.2 Databáze parametrů z národních doplňků Eurokódu

#	parametr	Austria	Bulgaria	Croatia	Czech republic	description
1	gamma_C_RC_EN2_1_1	1,5	1,5	1,5	1,5	Partial safety factor for concrete for static analysis
2	gamma_S_RC_EN2_1_1	1,15	1,15	1,15	1,15	Partial safety factor for steel for static analysis
3						
4	fck_EN2_1_1_C12	12	12	12	12	Characteristic concrete compressive strength, C12
5	ec EN2 1 1 C12	27000	27000	27000	27000	Young modulus of concrete C12, mean
6	ac FN2 1 1 C12	11250	11250	11250	11250	Shear modulus of concrete C12, mean
7	fovk EN2 1 1 C12	0.27	0.27	0.27	0.27	Shear character. strength of
,		0,21	0,21	0,27	0,27	Characteristic concrete
8		10	10	10	10	compressive strength, C16
9	ec_EN2_1_1_C16	29000	29000	29000	29000	Young modulus of concrete C16, mean
10	gc_EN2_1_1_C16	12083	12083	12083	12083	Shear modulus of concrete C16, mean
11	fcvk EN2 1 1 C16	0,33	0,33	0,33	0,33	Shear character. strength of concrete C16
12	fck EN2 1 1 C20	20	20	20	20	Characteristic concrete compressive strength. Cxx
						Young modulus of concrete Cvv
13	ec_EN2_1_1_C20	30000	30000	30000	30000	mean
14	gc EN2 1 1 C20	12500	12500	12500	12500	Shear modulus of concrete Cxx, mean
15	fcvk EN2 1 1 C20	0.39	0.39	0.39	0.39	Shear character. strength of concrete Cxx
16	fck EN2 1 1 C25	25	25	25	25	Characteristic concrete
17	ec EN2 1 1 C25	31000	31000	31000	31000	Young modulus of concrete Cxx,
		51000	51000	51000	51000	Shoor moduluo of concrete Corre
18	gc_EN2_1_1_C25	12917	12917	12917	12917	mean
19	fcvk EN2 1 1 C25	0,45	0,45	0,45	0,45	Shear character. strength of concrete Cxx

D / / 1V	/ / 1 / 1	• • •,	4 1	/ /1	v•, v v v v v
Posuzovani zde	nvch staveb na	seizmicitu	metodou	postuppeho	prifezovani
1 Obuzo vuin Zue	my on Staveo no		metodou	postapheno	price 20 vain

20 fck_EN2_1_1_C30	30	30	30	30	Characteristic concrete compressive strength, Cxx
21 ec_EN2_1_1_C30	33000	33000	33000	33000	Young modulus of concrete Cxx, mean
22 gc_EN2_1_1_C30	13750	13750	13750	13750	Shear modulus of concrete Cxx, mean
23 fcvk EN2 1 1 C30	0,45	0,45	0,45	0,45	Shear character. strength of concrete Cxx
24 fck_EN2_1_1_C35	35	35	35	35	Characteristic concrete compressive strength, Cxx
25 ec_EN2_1_1_C35	34000	34000	34000	34000	Young modulus of concrete Cxx, mean
26 gc_EN2_1_1_C35	14167	14167	14167	14167	Shear modulus of concrete Cxx, mean
27 fcvk_EN2_1_1_C35	0,45	0,45	0,45	0,45	Shear character. strength of concrete Cxx
28 fck_EN2_1_1_C40	40	40	40	40	Characteristic concrete compressive strength, Cxx
29 ec_EN2_1_1_C40	35000	35000	35000	35000	Young modulus of concrete Cxx, mean
30 gc_EN2_1_1_C40	14583	14583	14583	14583	Shear modulus of concrete Cxx, mean
31 fcvk_EN2_1_1_C40	0,45	0,45	0,45	0,45	Shear character. strength of concrete Cxx
32 fck EN2 1 1 C45	45	45	45	45	Characteristic concrete compressive strength, Cxx
33 ec EN2 1 1 C45	36000	36000	36000	36000	Young modulus of concrete Cxx, mean
34 gc EN2 1 1 C45	15000	15000	15000	15000	Shear modulus of concrete Cxx, mean
35 fcvk EN2 1 1 C45	0,45	0,45	0,45	0,45	Shear character. strength of concrete Cxx
36 fck_EN2_1_1_C50	50	50	50	50	Characteristic concrete compressive strength, Cxx
37 ec_EN2_1_1_C50	37000	37000	37000	37000	Young modulus of concrete Cxx, mean
38 gc_EN2_1_1_C50	15417	15417	15417	15417	Shear modulus of concrete Cxx, mean
39 fcvk_EN2_1_1_C50	0,45	0,45	0,45	0,45	Shear character. strength of concrete Cxx
40 fck_EN2_1_1_C55	55	55	55	55	Characteristic concrete compressive strength, Cxx
41 ec_EN2_1_1_C55	38000	38000	38000	38000	Young modulus of concrete Cxx, mean
42 gc EN2 1 1 C55	15833	15833	15833	15833	Shear modulus of concrete Cxx, mean
43 fcvk_EN2_1_1_C55	0,45	0,45	0,45	0,45	Shear character. strength of concrete Cxx
44 fck_EN2_1_1_C60	60	60	60	60	Characteristic concrete compressive strength, Cxx
45 ec_EN2_1_1_C60	39000	39000	39000	39000	Young modulus of concrete Cxx, mean
46 gc_EN2_1_1_C60	16250	16250	16250	16250	Shear modulus of concrete Cxx, mean
47 fcvk_EN2_1_1_C60	0,45	<u>0</u> ,45	<u>0</u> ,45	0,45	Shear character. strength of concrete Cxx
48 fck_EN2_1_1_C70	70	70	70	70	Characteristic concrete compressive strength, Cxx
49 ec_EN2_1_1_C70	41000	41000	41000	41000	Young modulus of concrete Cxx, mean

50	ac EN2 1 1 C70	17083	17083	17083	17083	Shear modulus of concrete Cxx, mean
		11000	11000	11000	11000	Shear character. strength of
51	fcvk_EN2_1_1_C70	0,45	0,45	0,45	0,45	concrete Cxx
52	fck_EN2_1_1_C80	80	80	80	80	compressive strength, Cxx
53	ec_EN2_1_1_C80	42000	42000	42000	42000	Young modulus of concrete Cxx, mean
54	gc_EN2_1_1_C80	17500	17500	17500	17500	Shear modulus of concrete Cxx, mean
55	fcvk_EN2_1_1_C80	0,45	0,45	0,45	0,45	Shear character. strength of concrete Cxx
56	fck FN2 1 1 C90	90	90	90	90	Characteristic concrete
						Young modulus of concrete Cxx,
57	ec_EN2_1_1_C90	44000	44000	44000	44000	mean
58	gc_EN2_1_1_C90	18333	18333	18333	18333	Shear modulus of concrete Cxx, mean
59	fcvk_EN2_1_1_C90	0,45	0,45	0,45	0,45	Shear character. strength of concrete Cxx
60						
61	eps_cu3_EN2_1_1_C12	-0,0035	-0,0035	-0,0035	-0,0035	Eps_cu3 of concrete Cxx
62	eps_cu3_EN2_1_1_C16	-0,0035	-0,0035	-0,0035	-0,0035	Eps_cu3 of concrete Cxx
63	eps_cu3_EN2_1_1_C20	-0,0035	-0,0035	-0,0035	-0,0035	Eps_cu3 of concrete Cxx
64	eps_cu3_EN2_1_1_C25	-0,0035	-0,0035	-0,0035	-0,0035	Eps_cu3 of concrete Cxx
65	eps_cu3_EN2_1_1_C30	-0,0035	-0,0035	-0,0035	-0,0035	Eps_cu3 of concrete Cxx
66	eps_cu3_EN2_1_1_C35	-0,0035	-0,0035	-0,0035	-0,0035	Eps_cu3 of concrete Cxx
67	eps_cu3_EN2_1_1_C40	-0,0035	-0,0035	-0,0035	-0,0035	Eps_cu3 of concrete Cxx
68	eps_cu3_EN2_1_1_C45	-0,0035	-0,0035	-0,0035	-0,0035	Eps_cu3 of concrete Cxx
69	eps_cu3_EN2_1_1_C50	-0,0035	-0,0035	-0,0035	-0,0035	Eps_cu3 of concrete Cxx
70	eps_cu3_EN2_1_1_C55	-0,0031	-0,0031	-0,0031	-0,0031	Eps_cu3 of concrete Cxx
71	eps_cu3_EN2_1_1_C60	-0,0029	-0,0029	-0,0029	-0,0029	Eps_cu3 of concrete Cxx
72	eps_cu3_EN2_1_1_C70	-0,0027	-0,0027	-0,0027	-0,0027	Eps_cu3 of concrete Cxx
73	eps_cu3_EN2_1_1_C80	-0,0026	-0,0026	-0,0026	-0,0026	Eps_cu3 of concrete Cxx
74	eps_cu3_EN2_1_1_C90	-0,0026	-0,0026	-0,0026	-0,0026	Eps_cu3 of concrete Cxx
75						
76	eps_c3_EN2_1_1_C12	-0,0018	-0,0018	-0,0018	-0,0018	Eps_c3 of concrete Cxx
77	eps_c3_EN2_1_1_C16	-0,0018	-0,0018	-0,0018	-0,0018	Eps_c3 of concrete Cxx
78	eps_c3_EN2_1_1_C20	-0,0018	-0,0018	-0,0018	-0,0018	Eps_c3 of concrete Cxx
79	eps_c3_EN2_1_1_C25	-0,0018	-0,0018	-0,0018	-0,0018	Eps_c3 of concrete Cxx
80	eps_c3_EN2_1_1_C30	-0,0018	-0,0018	-0,0018	-0,0018	Eps_c3 of concrete Cxx
81	eps_c3_EN2_1_1_C35	-0,0018	-0,0018	-0,0018	-0,0018	Eps_c3 of concrete Cxx
82	eps_c3_EN2_1_1_C40	-0,0018	-0,0018	-0,0018	-0,0018	Eps_c3 of concrete Cxx
83	eps_c3_EN2_1_1_C45	-0,0018	-0,0018	-0,0018	-0,0018	Eps_c3 of concrete Cxx
84	eps_c3_EN2_1_1_C50	-0,0018	-0,0018	-0,0018	-0,0018	Eps_c3 of concrete Cxx
85	eps_c3_EN2_1_1_C55	-0,0018	-0,0018	-0,0018	-0,0018	Eps_c3 of concrete Cxx
86	eps_c3_EN2_1_1_C60	-0,0019	-0,0019	-0,0019	-0,0019	Eps_c3 of concrete Cxx
87	eps_c3_EN2_1_1_C70	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	Eps_c3 of concrete Cxx
88	eps_c3_EN2_1_1_C80	-0,0022	-0,0022	-0,0022	-0,0022	Eps_c3 of concrete Cxx
89	eps_c3_EN2_1_1_C90	-0,0023	-0,0023	-0,0023	-0,0023	Eps_c3 of concrete Cxx
90						
91	fcvkfcvm	0,833	0,833	0,833	0,833	Ratio of char to mean shear strength
92	fmkfmm	0.833	0.833	0.833	0.833	Ratio of char. to mean yield strength of masonry
93	cover	0.03	0.03	0.03	0.03	Default cover for concrete
94		,	,,	,	,,	
						Partial safety factor for masonry for static analysis, see EN 1996- 1-1 sec. 2.4.1 For Class 3 -
95	gamma_M_EN6_1_1	2,2	2,2	2,2	2	prescribed mortar

96	k_E	1000	1000	1000	1000	EN 1996-1-1, 3.7.2, Used to calculate masonry wall elastic modulus E
97	k G	0.4	0.4	0.4	0.4	EN 1996-1-1, 3.7.3, Used to calculate masonry wall shear modulus G
98	k_Table_3_3_EN6_1_1_e1_1	0,6	0,55	0,55	0,55	EN 1996-1-1, Table 3.3, element (1,1)
99	k_Table_3_3_EN6_1_1_e2_1	0,55	0,45	0,45	0,45	EN 1996-1-1, Table 3.3, element (2,1)
100	k_Table_3_3_EN6_1_1_e3_1	0,5	0,35	0,35	0,35	EN 1996-1-1, Table 3.3, element (3,1)
101	k_Table_3_3_EN6_1_1_e4_1	0,5	0,35	0,35	0,35	EN 1996-1-1, Table 3.3, element (4,1)
102	k_Table_3_3_EN6_1_1_e1_2	0,9	0,75	0,75	0,75	EN 1996-1-1, Table 3.3, element (1,2)
103	k_Table_3_3_EN6_1_1_e2_2	0,7	0,7	0,7	0,7	EN 1996-1-1, Table 3.3, element (2,2)
104	k Table 3 3 EN6 1 1 e3 2	0,5	0,5	0,5	0,5	EN 1996-1-1, Table 3.3, element (3,2)
105	k_Table_3_3_EN6_1_1_e4_2	0,5	0,35	0,35	0,35	EN 1996-1-1, Table 3.3, element (4,2)
106	k_Table_3_3_EN6_1_1_e1_3	0,35	0,3	0,3	0,3	EN 1996-1-1, Table 3.3, element (1,3)
107	k_Table_3_3_EN6_1_1_e2_3	0,3	0,25	0,25	0,25	EN 1996-1-1, Table 3.3, element (2,3)
108	k_Table_3_3_EN6_1_1_e3_3	0,25	0,2	0,2	0,2	EN 1996-1-1, Table 3.3, element (3,3)
109	k_Table_3_3_EN6_1_1_e4_3	0,25	0,2	0,2	0,2	EN 1996-1-1, Table 3.3, element (4,3)
110	r_Eq_3_6_EN6_1_1_tg	0,5	0,5	0,5	0,5	EN 1996-1-1, Coeff. before f_vko in equation 3.6 for tongue and groove units
111	r_Eq_3_6_EN6_1_1_def	1	1	1	1	EN 1996-1-1, Coeff. before f_vko in equation 3.6 - default case
112	f_vlt_EN6_1_1_tg	0,045	0,045	0,045	0,045	EN 1996-1-1, f_vlt for tongue and groove units
113	f_vlt_EN6_1_1_def	0,065	0,065	0,065	0,065	EN 1996-1-1, f_vlt for all other cases
114	f_vk0_EN6_1_1_Table_3_4_e1_1	0,3	0,3	0,3	0,3	EN 1996-1-1, f_vk0 from Table 3.4, element(1,1)
115	f vk0 EN6 1 1 Table 3 4 e2 1	0,2	0,2	0,2	0,2	EN 1996-1-1, f_vk0 from Table 3.4, element(2,1)
116	f_vk0_EN6_1_1_Table_3_4_e1_2	0,3	0,3	0,3	0,3	EN 1996-1-1, f_vk0 from Table 3.4, element(1,2)
117	f_vk0_EN6_1_1_Table_3_4_e1_3	0,15	0,15	0,15	0,15	EN 1996-1-1, f_vk0 from Table 3.4, element(1,3)
118	f_xk1_EN6_1_1_e1_2	0,1	0,1	0,1	0,1	EN 1996-1-1. f_xk1, element(1,2)
119	f_xk1_EN6_1_1_e1_3	0,15	0,15	0,15	0,15	EN 1996-1-1. f_xk1, element(1,3)
120	f_xk1_EN6_1_1_e1_4	0,1	0,1	0,1	0,1	EN 1996-1-1. f_xk1, element(1,4)
121	f yk2 EN6 1 1 e1 2	0,4	0,4	0,4	0,4	EN 1996-1-1. f_xk2, element(1,2)
						-
122	f_xk2_EN6_1_1_e1_3	0,15	0,15	0,15	0,15	EN 1996-1-1. f_xk2, element(1,3)

124	gamma_I_EN8_1_Sec_4_2_5_I_z	0.8	0.8	0.8	0.8	EN 1998-1, Gamma_I for class I, Sec. 4.2.5 zone 0
125	gamma_I_EN8_1_Sec_4_2_5_I_z one1	0.8	0.8	0.8	0.8	EN 1998-1, Gamma_I for class I, Sec. 4.2.5 zone 1
126	gamma_I_EN8_1_Sec_4_2_5_I_z one2	0.8	0.8	0.8	0.8	EN 1998-1, Gamma_I for class I, Sec. 4.2.5 zone 2
127	gamma_I_EN8_1_Sec_4_2_5_I_z one3	0.8	0.8	0.8	0.8	EN 1998-1, Gamma_I for class I, Sec. 4.2.5 zone 3
128	gamma_I_EN8_1_Sec_4_2_5_I_z one4	0,8	0,8	0,8	0,8	EN 1998-1, Gamma_I for class I, Sec. 4.2.5 zone 4
129	gamma_I_EN8_1_Sec_4_2_5_II_z one0	1	1	1	1	EN 1998-1, Gamma_I for class II, Sec. 4.2.5 zone 0
130	gamma_I_EN8_1_Sec_4_2_5_II_z one1	1	1	1	1	EN 1998-1, Gamma_I for class II, Sec. 4.2.5 zone 1
131	gamma_I_EN8_1_Sec_4_2_5_II_z one2	1	1	1	1	EN 1998-1, Gamma_I for class II, Sec. 4.2.5 zone 2
132	gamma_I_EN8_1_Sec_4_2_5_II_z one3	1	1	1	1	EN 1998-1, Gamma_I for class II, Sec. 4.2.5 zone 3
133	gamma_I_EN8_1_Sec_4_2_5_II_z one4	1	1	1	1	EN 1998-1, Gamma_I for class II, Sec. 4.2.5 zone 4
134	gamma_I_EN8_1_Sec_4_2_5_III_ zone0	1	1,2	1,2	1,2	EN 1998-1, Gamma_I for class III, Sec. 4.2.5 zone 0
135	gamma_I_EN8_1_Sec_4_2_5_III_ zone1	1	1,2	1,2	1,2	EN 1998-1, Gamma_I for class III, Sec. 4.2.5 zone 1
136	gamma_I_EN8_1_Sec_4_2_5_III_ zone2	1,1	1,2	1,2	1,2	EN 1998-1, Gamma_I for class III, Sec. 4.2.5 zone 2
137	gamma_I_EN8_1_Sec_4_2_5_III_ zone3	1,4	1,2	1,2	1,2	EN 1998-1, Gamma_I for class III, Sec. 4.2.5 zone 3
138	gamma_I_EN8_1_Sec_4_2_5_III_ zone4	1,4	1,2	1,2	1,2	EN 1998-1, Gamma_I for class III, Sec. 4.2.5 zone 4
139	gamma_I_EN8_1_Sec_4_2_5_IV_ zone0	1	1,4	1,4	1,4	EN 1998-1, Gamma_I for class IV, Sec. 4.2.5 zone 0
140	gamma_I_EN8_1_Sec_4_2_5_IV_ zone1	1	1,4	1,4	1,4	EN 1998-1, Gamma_I for class IV, Sec. 4.2.5 zone 1
141	gamma_I_EN8_1_Sec_4_2_5_IV_ zone2	1,2	1,4	1,4	1,4	EN 1998-1, Gamma_I for class IV, Sec. 4.2.5 zone 2
142	gamma_I_EN8_1_Sec_4_2_5_IV_ zone3	1,4	1,4	1,4	1,4	EN 1998-1, Gamma_I for class IV, Sec. 4.2.5 zone 3
143	gamma_I_EN8_1_Sec_4_2_5_IV_ zone4	1,4	1,4	1,4	1,4	EN 1998-1, Gamma_I for class IV, Sec. 4.2.5 zone 4
144	crackedWallCoeff_EN8_Sec_4_3_ 1	0,5	0,5	0,5	0,5	Cracked wall stiffness coefficient (EN 1998-1, 4.3.1(7))
145	phi_fvk	0,4	0,4	0,4	0,4	phi_fvk for calculation of fvk for masonry
146	phi_fvlt	0	0	0	0	phi_fvlt for calculation of fvlt for masonry
147	default_importanceClass	11	II	11	11	default importance Class
148		0.1	4			
149	sum_of_seismic_zone	31	1	1	1	0=+1 1=+2 2=+4 3=+8 4=+16
150	sum_of_spectrum_type_soil1	1	3	3	3	1 - type 1, 3 - type 1+2
151	sum_of_spectrum_type_soil2	1	3	3	3	1 - type 1, 3 - type 1+2
152	sum_of_spectrum_type_soil3	1	3	3	3	1 - type 1, 3 - type 1+2
153	sum_of_spectrum_type_soil4	1	3	3	3	1 - type 1, 3 - type 1+2
154	sum_of_spectrum_type_soil5	1	3	3	3	1 - type 1, 3 - type 1+2
155	sum_of_soil_type	5	5	5	5	
156	soil_type_1	А	А	А	А	
157	soil_type_2	В	В	В	В	
158	soil_type_3					
159	soii_type_4	ט	ט	ט	ט	

D / / 1V	/ / 1 / 1	• • •,	4 1	/ /1	v•, v v v v v
Posuzovani zde	nvch staveb na	seizmicitu	metodou	postuppeho	prifezovani
1 Obuzo vuin Zue	my on Staveo no		metodou	postapheno	price 20 vain

160 soil type 5	E	E	E	E	
dynamic_amplification_ 161 trum1	beta0_spec 2,5	2,5	2,5	2,5	
dynamic_amplification_ 162 trum2	beta0_spec 2,5	2,5	2,5	2,5	
163 table_3_2_EN8_1_e1_	1 1	1	1	1	Table 3.2 EN 1998-1, element(1,1)
164 table_3_2_EN8_1_e2_*	1 1,2	1,3	1,2	1,2	Table 3.2 EN 1998-1, element(2,1)
165 table_3_2_EN8_1_e3_	1 1,15	1,2	1,15	1,15	Table 3.2 EN 1998-1, element(3,1)
166 table_3_2_EN8_1_e4_	1 1,35	1	1,35	1,35	Table 3.2 EN 1998-1, element(4,1)
167 table_3_2_EN8_1_e5_	1	1,2	1,7	1,4	Table 3.2 EN 1998-1, element(5,1)
168 table_3_2_EN8_1_e1_2	2 0,15	0,1	0,1	0,15	Table 3.2 EN 1998-1, element(1,2)
169 table_3_2_EN8_1_e2_2	2 0,15	0,1	0,15	0,15	Table 3.2 EN 1998-1, element(2,2)
170 table_3_2_EN8_1_e3_2	2 0,2	0,1	0,2	0,2	Table 3.2 EN 1998-1, element(3,2)
171 table_3_2_EN8_1_e4_2	2 0,2	0,1	0,2	0,2	Table 3.2 EN 1998-1, element(4,2)
172 table_3_2_EN8_1_e5_2	2 0,15	0,1	0,1	0,15	Table 3.2 EN 1998-1, element(5,2)
173 table_3_2_EN8_1_e1_3	3 0,4	0,3	0,4	0,4	Table 3.2 EN 1998-1, element(1,3)
174 table_3_2_EN8_1_e2_3	3 0,5	0,4	0,5	0,5	Table 3.2 EN 1998-1, element(2,3)
175 table_3_2_EN8_1_e3_3	3 0,6	0,5	0,6	0,6	Table 3.2 EN 1998-1, element(3,3)
176 table_3_2_EN8_1_e4_3	3 0,8	0,6	0,8	0,8	Table 3.2 EN 1998-1, element(4,3)
177 table_3_2_EN8_1_e5_3	3 0,5	0,5	0,4	0,5	Table 3.2 EN 1998-1, element(5,3)
178 table_3_2_EN8_1_e1_4	4 2	2	2	2	Table 3.2 EN 1998-1, element(1,4)
179 table_3_2_EN8_1_e2_4	4 2	2	2	2	Table 3.2 EN 1998-1, element(2,4)
180 table_3_2_EN8_1_e3_4	4 2	2	2	2	Table 3.2 EN 1998-1, element(3,4)
181 table_3_2_EN8_1_e4_4	4 2	2	2	2	Table 3.2 EN 1998-1, element(4,4)
182 table 3_2_EN8_1_e5_4	4 2	2	2	2	Table 3.2 EN 1998-1, element(5,4)
183 table_3_3_EN8_1_e1_	1 1	1	1	1	Table 3.3 EN 1998-1, element(1,1)
184 table_3_3_EN8_1_e2_	1 1,35	1,3	1,35	1,35	Table 3.3 EN 1998-1, element(2,1)
185 table_3_3_EN8_1_e3_	1 1,5	1,2	1,5	1,5	Table 3.3 EN 1998-1, element(3,1)
186 table_3_3_EN8_1_e4_	1 1,8	1	1,8	1,8	Table 3.3 EN 1998-1, element(4,1)
187 table_3_3_EN8_1_e5_	1 1,6	1,2	1,6	1,6	Table 3.3 EN 1998-1, element(5,1)
188 table 3 3 EN8 1 e1 2	2 0,05	0,1	0,05	0,05	Table 3.3 EN 1998-1, element(1,2)
189 table_3_3_EN8_1_e2_2	2 0,05	0,1	0,05	0,05	Table 3.3 EN 1998-1, element(2,2)
190 table_3_3_EN8_1_e3_2	2 0,1	0,1	0,1	0,1	Table 3.3 EN 1998-1, element(3,2)

191	table 3 3 EN8_1_e4_2	0,1	0,1	0,1	0,1	Table 3.3 EN 1998-1, element(4,2)
192	table 3 3 EN8 1 e5 2	0,05	0,1	0,05	0,05	Table 3.3 EN 1998-1, element(5,2)
193	table 3 3 EN8 1 e1 3	0,25	0,3	0,25	0,25	Table 3.3 EN 1998-1, element(1,3)
194	table 3 3 EN8 1 e2 3	0,25	0,4	0,25	0,25	Table 3.3 EN 1998-1, element(2,3)
195	table 3 3 EN8 1 e3 3	0,25	0,5	0,25	0,25	Table 3.3 EN 1998-1, element(3.3)
196	table 3 3 EN8 1 e4 3	0,3	0,6	0,3	0,3	Table 3.3 EN 1998-1, element(4,3)
197	table 3 3 EN8 1 e5 3	0.25	0.5	0.25	0.25	Table 3.3 EN 1998-1, element(5.3)
198	table 3 3 EN8 1 e1 4	1.2	2	1.2	1.2	Table 3.3 EN 1998-1, element(1.4)
199	table 3 3 EN8 1 e2 4	12	2	12	12	Table 3.3 EN 1998-1, element(2.4)
200	table 3 3 EN8 1 e3 4	1.2	2	1.2	1.2	Table 3.3 EN 1998-1, element(3.4)
201	table 3 3 EN8 1 e4 4	12	2	12	12	Table 3.3 EN 1998-1,
202	table 3 3 EN8 1 e5 4	1.2	2	12	12	Table 3.3 EN 1998-1,
202		1,2		1,2	1,2	
204	eccentricity_of_load	5	5	5	5	% eccentricity for load
205	lambda EN8 1 Sec4 3 3 2 2 a	0.85	0.85	0.85	0,85	Case (a) in Lambda determination in EN 1998-1, Sec. 4.3.3.2.2
						Case (b) in Lambda determination in EN 1998-1, Sec.
206	lambda_EN8_1_Sec4_3_3_2_2_b	1	1	1	1	4.3.3.2.2
207	pd EN8 1 Sec4 3 3 4 2 3	1,5	1,5	1,5	1,5	Capacity curve should go up to this relative value of the target displacement, EN 1998-1, 4.3.3.4.2.3
208	pf_EN8_1_Sec4_3_3_4_2_3	0,8	0,8	0,8	0,8	Strength of the capacity curve should not drop below this relative value of the peak strength, EN 1998-3:2005, C.3.3(2)
209	ground Acceleration	1	0.0	0.0	0.0	Default ground acceleration
210	damping EN8 1 Sec3 2 2 2 1	5	5	5	5	Default viscous damping EN
212	gamma D ENR 1 Soc2 1 4	0.584	0.584	0.584	0.584	Default value of the importance factor for damage limitation
212		0,564	0,564	0,564	0,564	DLS reduction factor EN 1998-1,
213		0,5	0,5	0,5	0,5	DLS reduction factor EN 1998-1,
214		0,0	0,0	0,0	0,0	DLS reduction factor EN 1998-1,
210	disReductionFactor_II	0,4	0,4	0,4	0,4	DLS reduction factor EN 1998-1,
210		0,4	0,4	0,4	0,4	060. 4.4.0)
21/						
218	bendDriftOM_NCR_EN8_1_Sec_C 4_2_1	0,008	0,008	0,008	0,008	EN 1998-3, Bending capacity for ordinary masonry at NCR according to EN 1998-3, C.4.2.1
210	shearDriftOM_NCR_EN8_1_Sec_	0 004	0 004	0 004	0 004	EN 1998-3, Shear capacity for ordinary masonry at NCR
	~·_~_'	0,007	0,004	0,004	0,004	according to Live 1000-0, 0.4.2.1

220	damageDriftOM_DLR_EN8_1_Sec	0,005	0,005	0,005	0,005	Drif limit for DLR in Ordinary Masonry EN 1998-1 4.4.3.2
221	bendDriftRM_NCR_EN8_1_Sec_C 4_2_1	0,008	0,008	0,008	0,008	EN 1998-3, Bending capacity for reinforced masonry at NCR according to EN 1998-3, C.4.2.1
222	shearDriftRM_NCR_EN8_1_Sec_C 4_3_1	0,004	0,004	0,004	0,004	EN 1998-3, Shear capacity for reinforced masonry at NCR according to EN 1998-3, C.4.2.1
223	damageDriftRM_DLR_EN8_1_Sec	0,005	0,005	0,005	0,005	Drif limit for DLR in Reinforced Masonry EN 1998-1 4.4.3.2
224	bendDriftCM_NCR_EN8_1_Sec_C 4_2_1	0,008	0,008	0,008	0,008	EN 1998-3, Bending capacity for confined masonry at NCR according to EN 1998-3, C.4.2.1
225	shearDriftCM_NCR_EN8_1_Sec_C 4_3_1	0,004	0,004	0,004	0,004	EN 1998-3, Shear capacity for confined masonry at NCR according to EN 1998-3, C.4.2.1
226	damageDriftCM_DLR_EN8_1_Sec	0,005	0,005	0,005	0,005	Drif limit for DLR in Confined Masonry EN 1998-1 4.4.3.2
227	bendDriftRC_NCR_EN8_1_Sec_C 4_2_1	0,011	0,011	0,011	0,011	EN 1998-3, Bending capacity for confined masonry at NCR according to EN 1998-3, C.4.2.1
228	shearDriftRC_NCR_EN8_1_Sec_C 4_3_1	0,011	0,011	0,011	0,011	EN 1998-3, Shear capacity for confined masonry at NCR according to EN 1998-3, C.4.2.1
229	damageDriftRC_DLR_EN8_1_Sec	0,005	0,005	0,005	0,005	Drif limit for DLR in Reinforced Concrete EN 1998-1 4.4.3.2
230 231	ceilingl oadDeadl oad	0	0	0	0	Default ceiling dead load
201				Ű		
232	ceilingLoadPermanentLoad	2,5	1,2	1,2	1,5	Default ceiling permanent load
233	ceilingLoadPermanentGammaG	1	1	1	1	in static analysis, gamma_G
234	ceilingLoadPermanentCoefStatic	1,35	1,35	1,35	1,35	
236	ceilingLoadLifeLoad	2	2,5	2,5	2	Default ceiling life load
237	ceilingLoadLifeLoadPOPhi	1	0,8	0,8	0,8	Load coeff. for life load for pushover, Phi (see EN 1998-1, Table 4.2)
238	ceilingLoadLifeLoadPOKsi2	0,3	0,3	0,3	0,3	Load coeff. for life load for pushover, Ksi_2i (see EN 1990, Table A1.1)
239	ceilingLoadLifeLoadGammaQ	1,5	1,5	1,5	1,5	Load coeff. for life load, gamma_Q
240	ceilingl oadSnowl oad	0	0	0	0	Default roof snow load
241		0	0	0	0	
242	ceilingLoadSnowLoadPOPhi	1	1	1	1	pushover, Phi (see EN 1998-1, Table 4.2)
243	ceilingLoadSnowLoadPOKsi2	0,2	0,2	0	0,2	Load coeff. for snow load for pushover, Ksi_2i (see EN 1990, Table A1.1), for H>1000 m
244	ceilingLoadSnowLoadGammaQ	1,5	1,5	1,5	1,5	Load coeff. for snow load, gamma_Q, used for static analysis
245	ceilingLoadSnowLoadKsi0	0,7	0,7	0,5	0,7	Combination factor for snow load for H>1000 m for static analysis
246						
247	reinforcementDefaultFyk	550	500	500	500	Default reinforcement yield strength, characteristic

248	reinforcementDefaultDiameter	10	10	10	10	Default reinforcement diameter
249	reinforcementDefaultModulE	210000	210000	210000	200000	Default reinforcement modulus,
250	reinforcementDefaultWeight	7800	7800	7800	7800	Default reinforcement weight,
251	reinforcementDefaultFykFym	0,91	0,91	0,98	0,91	Default reinforcement ratio of char/mean strength
252						
253	rho_n	0,75	0,75	0,75	5	Rho_n according 5.5.1.2
254	rho_t	1	1	1	10	Rho_t according 5.5.1.3
255	def fb horizontal Group2	2	2	2	2	default brick strength in horizontal direction for Group 2
257	def fb horizontal Group3	1,4	1,4	1,4	1,4	default brick strength in horizontal direction for Group 3
258	k_Mult_Hor_Strength	0,5	0,5	0,5	0,5	multiplier for coeff. K for the calculation of horizontal wall strength fk
259	alfa_Table_3_3_EN6_1_1_e1_1	0,65	0,7	0,7	0,7	power for fb in equation 3.2 - 3.4 in EN 1996-1-1
260	alfa_Table_3_3_EN6_1_1_e2_1	0,65	0,7	0,7	0,7	power for fb in equation 3.2 - 3.4 in EN 1996-1-1
261	alfa_Table_3_3_EN6_1_1_e3_1	0,65	0,7	0,7	0,7	power for fb in equation 3.2 - 3.4 in EN 1996-1-1
262	alfa_Table_3_3_EN6_1_1_e4_1	0,65	0,7	0,7	0,7	power for fb in equation 3.2 - 3.4 in EN 1996-1-1
263	alfa_Table_3_3_EN6_1_1_e1_2	0,7	0,85	0,85	0,85	power for fb in equation 3.2 - 3.4 in EN 1996-1-1
264	alfa_Table_3_3_EN6_1_1_e2_2	0,7	0,7	0,7	0,7	power for fb in equation 3.2 - 3.4 in EN 1996-1-1
265	alfa_Table_3_3_EN6_1_1_e3_2	0,7	0,7	0,7	0,7	power for fb in equation 3.2 - 3.4 in EN 1996-1-1
266	alfa_Table_3_3_EN6_1_1_e4_2	0,7	0,7	0,7	0,7	power for fb in equation 3.2 - 3.4 in EN 1996-1-1
267	alfa_Table_3_3_EN6_1_1_e1_3	0,65	0,7	0,7	0,7	power for fb in equation 3.2 - 3.4 in EN 1996-1-1
268	alfa_Table_3_3_EN6_1_1_e2_3	0,65	0,7	0,7	0,7	power for fb in equation 3.2 - 3.4 in EN 1996-1-1
269	alfa_Table_3_3_EN6_1_1_e3_3	0,65	0,7	0,7	0,7	power for fb in equation 3.2 - 3.4 in EN 1996-1-1
270	alfa_Table_3_3_EN6_1_1_e4_3	0,65	0,7	0,7	0,7	power for fb in equation 3.2 - 3.4 in EN 1996-1-1
271	beta_Table_3_3_EN6_1_1_e1_1	0,25	0,3	0,3	0,3	power for fm in equation 3.2-3.4 in EN 1996-1-1
272	beta Table 3 3 EN6 1 1 e2 1	0,25	0,3	0,3	0,3	power for fm in equation 3.2-3.4 in EN 1996-1-1
273	beta_Table_3_3_EN6_1_1_e3_1	0,25	0,3	0,3	0,3	power for fm in equation 3.2-3.4 in EN 1996-1-1
274	beta_Table_3_3_EN6_1_1_e4_1	0,25	0,3	0,3	0,3	power for fm in equation 3.2-3.4 in EN 1996-1-1
275	beta_Table_3_3_EN6_1_1_e1_2	0	0	0	0	power for fm in equation 3.2-3.4 in EN 1996-1-1
276	beta_Table_3_3_EN6_1_1_e2_2	0	0	0	0	power for fm in equation 3.2-3.4 in EN 1996-1-1
277	beta_Table_3_3_EN6_1_1_e3_2	0	0	0	0	power for fm in equation 3.2-3.4 in EN 1996-1-1
278	beta Table 3 3 EN6 1 1 e4 2	0	0	0	0	power for fm in equation 3.2-3.4 in EN 1996-1-1
279	beta_Table_3_3_EN6_1_1_e1_3	0,25	0,3	0,3	0,3	power for fm in equation 3.2-3.4 in EN 1996-1-1
280	beta_Table_3_3_EN6_1_1_e2_3	0,25	0,3	0,3	0,3	power for the in equation 3.2-3.4 in EN 1996-1-1

r				-							
281	beta_Table_3_3_EN6_1_1_e3_3	0,25	0,3	3 0,	3	0,3	power in EN	for fm in e 1996-1-1	equation 3.2	2-3.4	
282	beta_Table_3_3_EN6_1_1_e4_3	0,25	0,3	B 0,	3	0,3	power in EN	for fm in e 1996-1-1	equation 3.2	2-3.4	
283											
284	eta_masonryreinf	0,8	0,8	3 0,	8	0,8	eta fao reinf n	ctor for red nasonry)	uction of f_	_d (for	
285	eta_masonryplain	0,8	0,8	3 0,	8	0,8	eta fao plain r	ctor for red nasonry)	uction of f_	_d (for	
286	eta reinforcedconcrete	0,8	0,8	3 0.	8	0,8	eta factor for reduction of f_d (for reinforced concrete)		_d (for		
							lombd	a a for \/	rd2 (for CE	26	
287	lambda_c	0,2	0,2	2 0,	2	0,2	2013 t	a_c 101 v_ able 6.3 - i	in software	core)	
#	parametr	Belgium	France	Germany	Hungary		Romania Eurocode	Romania CR6+P100 2006	Romania CR6+P100 2013	Slovak republic	Slovenia
1	gamma_C_RC_EN2_1_1	1,5	1,5	1,5	1,5		1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
2	gamma_S_RC_EN2_1_1	1,15	1,15	1,15	1,15		1,15	1,15	1,15	1,15	1,15
3											
4	fck_EN2_1_1_C12	12	12	12	12		12	12	12	12	12
5	ec_EN2_1_1_C12	27000	27000	27000	27000	2	7000	27000	27000	27000	27000
6	gc_EN2_1_1_C12	11250	11250	11250	11250	1	1250	11250	11250	11250	11250
7	fcvk_EN2_1_1_C12	0,27	0,27	0,27	0,27		0,27	0,27	0,27	0,27	0,27
8	fck_EN2_1_1_C16	16	16	16	16		16	16	16	16	16
g	ec_EN2_1_1_C16	29000	29000	29000	29000	2	9000	29000	29000	29000	29000
10	gc_EN2_1_1_C16	12083	12083	12083	12083	1	2083	12083	12083	12083	12083
11	fcvk_EN2_1_1_C16	0,33	0,33	0,33	0,33		0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
12	fck_EN2_1_1_C20	20	20	20	20		20	20	20	20	20
13	ec_EN2_1_1_C20	30000	30000	30000	30000	3	0000	30000	30000	30000	30000
14	gc_EN2_1_1_C20	12500	12500	12500	12500	1	2500	12500	12500	12500	12500
15	fcvk_EN2_1_1_C20	0,39	0,39	0,39	0,39		0,39	0,39	0,39	0,39	0,39
16	fck_EN2_1_1_C25	25	25	25	25		25	25	25	25	25
17	ec_EN2_1_1_C25	31000	31000	31000	31000	3	1000	31000	31000	31000	31000

18	gc_EN2_1_1_C25	12917	12917	12917	12917	12917	12917	12917	12917	12917
19	fcvk_EN2_1_1_C25	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
20	fck_EN2_1_1_C30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
21	ec_EN2_1_1_C30	33000	33000	33000	33000	33000	33000	33000	33000	33000
22	gc_EN2_1_1_C30	13750	13750	13750	13750	13750	13750	13750	13750	13750
23	fcvk_EN2_1_1_C30	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
24	fck_EN2_1_1_C35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
25	ec_EN2_1_1_C35	34000	34000	34000	34000	34000	34000	34000	34000	34000
26	gc_EN2_1_1_C35	14167	14167	14167	14167	14167	14167	14167	14167	14167
27	fcvk_EN2_1_1_C35	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
28	fck_EN2_1_1_C40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
29	ec_EN2_1_1_C40	35000	35000	35000	35000	35000	35000	35000	35000	35000
30	gc_EN2_1_1_C40	14583	14583	14583	14583	14583	14583	14583	14583	14583
31	fcvk_EN2_1_1_C40	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
32	fck_EN2_1_1_C45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
33	ec_EN2_1_1_C45	36000	36000	36000	36000	36000	36000	36000	36000	36000
34	gc_EN2_1_1_C45	15000	15000	15000	15000	15000	15000	15000	15000	15000
35	fcvk_EN2_1_1_C45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
36	fck_EN2_1_1_C50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
37	ec_EN2_1_1_C50	37000	37000	37000	37000	37000	37000	37000	37000	37000
38	gc_EN2_1_1_C50	15417	15417	15417	15417	15417	15417	15417	15417	15417
39	fcvk_EN2_1_1_C50	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
40	fck_EN2_1_1_C55	55	55	55	55	55	55	55	55	55
41	ec_EN2_1_1_C55	38000	38000	38000	38000	38000	38000	38000	38000	38000
42	gc_EN2_1_1_C55	15833	15833	15833	15833	15833	15833	15833	15833	15833
43	fcvk_EN2_1_1_C55	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
44	fck_EN2_1_1_C60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
45	ec EN2 1 1 C60	39000	39000	39000	39000	39000	39000	39000	39000	39000
46	gc_EN2_1_1_C60	16250	16250	16250	16250	16250	16250	16250	16250	16250
47	fcvk_EN2_1_1_C60	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
48	fck_EN2_1_1_C70	70	70	70	70	70	70	70	70	70
49	ec_EN2_1_1_C70	41000	41000	41000	41000	41000	41000	41000	41000	41000

50	gc_EN2_1_1_C70	17083	17083	17083	17083	17083	17083	17083	17083	17083
51	fcvk_EN2_1_1_C70	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
52	fck FN2 1 1 C80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
- 52		00	00	00	00	00	00	00	00	00
53	ec_EN2_1_1_C80	42000	42000	42000	42000	42000	42000	42000	42000	42000
54	gc_EN2_1_1_C80	17500	17500	17500	17500	17500	17500	17500	17500	17500
55	fcvk_EN2_1_1_C80	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
56	fck_EN2_1_1_C90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
57	ec_EN2_1_1_C90	44000	44000	44000	44000	44000	44000	44000	44000	44000
58	gc_EN2_1_1_C90	18333	18333	18333	18333	18333	18333	18333	18333	18333
59	fcvk_EN2_1_1_C90	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
60										
61	eps_cu3_EN2_1_1_C12	-0,0035	-0,0035	-0,0035	-0,0035	-0,0035	-0,0035	-0,0035	-0,0035	-0,0035
62	eps_cu3_EN2_1_1_C16	-0,0035	-0,0035	-0,0035	-0,0035	-0,0035	-0,0035	-0,0035	-0,0035	-0,0035
63	eps_cu3_EN2_1_1_C20	-0,0035	-0,0035	-0,0035	-0,0035	-0,0035	-0,0035	-0,0035	-0,0035	-0,0035
64	eps_cu3_EN2_1_1_C25	-0,0035	-0,0035	-0,0035	-0,0035	-0,0035	-0,0035	-0,0035	-0,0035	-0,0035
65	eps_cu3_EN2_1_1_C30	-0,0035	-0,0035	-0,0035	-0,0035	-0,0035	-0,0035	-0,0035	-0,0035	-0,0035
66	eps_cu3_EN2_1_1_C35	-0,0035	-0,0035	-0,0035	-0,0035	-0,0035	-0,0035	-0,0035	-0,0035	-0,0035
67	eps_cu3_EN2_1_1_C40	-0,0035	-0,0035	-0,0035	-0,0035	-0,0035	-0,0035	-0,0035	-0,0035	-0,0035
68	eps_cu3_EN2_1_1_C45	-0,0035	-0,0035	-0,0035	-0,0035	-0,0035	-0,0035	-0,0035	-0,0035	-0,0035
69	eps_cu3_EN2_1_1_C50	-0,0035	-0,0035	-0,0035	-0,0035	-0,0035	-0,0035	-0,0035	-0,0035	-0,0035
70	eps_cu3_EN2_1_1_C55	-0,0031	-0,0031	-0,0031	-0,0031	-0,0031	-0,0031	-0,0031	-0,0031	-0,0031
71	eps_cu3_EN2_1_1_C60	-0,0029	-0,0029	-0,0029	-0,0029	-0,0029	-0,0029	-0,0029	-0,0029	-0,0029
72	eps_cu3_EN2_1_1_C70	-0,0027	-0,0027	-0,0027	-0,0027	-0,0027	-0,0027	-0,0027	-0,0027	-0,0027
73	eps_cu3_EN2_1_1_C80	-0,0026	-0,0026	-0,0026	-0,0026	-0,0026	-0,0026	-0,0026	-0,0026	-0,0026
74	eps_cu3_EN2_1_1_C90	-0,0026	-0,0026	-0,0026	-0,0026	-0,0026	-0,0026	-0,0026	-0,0026	-0,0026
75										
76	eps_c3_EN2_1_1_C12	-0,0018	-0,0018	-0,0018	-0,0018	- 0,00175	- 0,00175	- 0,00175	-0,0018	-0,0018
77	eps_c3_EN2_1_1_C16	-0,0018	-0,0018	-0,0018	-0,0018	- 0,00175	۔ 0,00175	۔ 0,00175	-0,0018	-0,0018
78	eps_c3_EN2_1_1_C20	-0,0018	-0,0018	-0,0018	-0,0018	- 0,00175	۔ 0,00175	۔ 0,00175	-0,0018	-0,0018
79	eps_c3_EN2_1_1_C25	-0,0018	-0,0018	-0,0018	-0,0018	- 0,00175	۔ 0,00175	۔ 0,00175	-0,0018	-0,0018
80	eps c3 EN2 1 1 C30	-0.0018	-0.0018	-0.0018	-0.0018	- 0.00175	- 0.00175	- 0.00175	-0.0018	-0.0018
		-,	2,0010	2,0010	-,0010	-			-,0010	2,0010
81	eps_c3_EN2_1_1_C35	-0,0018	-0,0018	-0,0018	-0,0018	0,00175	0,00175	0,00175	-0,0018	-0,0018
82	eps_c3_EN2_1_1_C40	-0,0018	-0,0018	-0,0018	-0,0018	- 0,00175	۔ 0,00175	۔ 0,00175	-0,0018	-0,0018
83	eps_c3_EN2_1_1_C45	-0,0018	-0,0018	-0,0018	-0,0018	- 0,00175	۔ 0,00175	۔ 0,00175	-0,0018	-0,0018
84	eps c3 EN2 1 1 C50	-0.0018	-0.0018	-0.0018	-0.0018	- 0.00175	- 0.00175	- 0.00175	-0.0018	-0.0018
57	<u></u>	2,0010	2,0010	2,0010	2,0010	2,22110	2,22110	2,22110	2,0010	2,0010

Posuzování z	děných stav	eb na s	eizmicitu	metodou	postupného	přitěžování

0.5	ana 22 ENO 4 4 055	0.0040	0.0040	0.0040	0.0040	0.0040	0.0040	0.0040	0.0010	0.0040
86	eps_c3_EN2_1_1_C55	-0,0018	-0,0018	-0,0018	-0,0018	-0,0018	-0,0018	-0,0018	-0,0018	-0,0018
87	eps_c3_EN2_1_1_C70	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002
88	eps_c3_EN2_1_1_C80	-0,0022	-0,0022	-0,0022	-0,0022	-0,0022	-0,0022	-0,0022	-0,0022	-0,0022
89	eps_c3_EN2_1_1_C90	-0,0023	-0,0023	-0,0023	-0,0023	-0,0023	-0,0023	-0,0023	-0,0023	-0,0023
90										
91	fcvkfcvm	0,833	0,833	0,833	0,833	0,833	0,833	0,833	0,833	0,833
92	fmkfmm	0,833	0,833	0,833	0,833	0,833	0,833	0,833	0,833	0,833
93	cover	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
94										
05	gamma M EN6 1 1	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	1.0	2.2	2.2
95		2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	1,9	2,2	2,2
96		1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
30		1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
97	kG	04	0.4	04	04	04	04	04	0.4	04
			0,1	0,1	0,1			0,1	0,1	0,1
98	k_Table_3_3_EN6_1_1_e1_1	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,4	0,4	0,55	0,55
99	k_Table_3_3_EN6_1_1_e2_1	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,4	0,4	0,45	0,45
100	k_Table_3_3_EN6_1_1_e3_1	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,4	0,4	0,35	0,35
101	k_Table 3 3 EN6 1 1 e4 1	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
102	k_Table_3_3_EN6_1_1_e1_2	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
103	k_Table_3_3_EN6_1_1_e2_2	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
104	k_Table_3_3_EN6_1_1_e3_2	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
105	k_Table_3_3_EN6_1_1_e4_2	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
106	k_Table_3_3_EN6_1_1_e1_3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,25	0,25	0,3	0,3
107	k_Table_3_3_EN6_1_1_e2_3	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
108	k_Table_3_3_EN6_1_1_e3_3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,25	0,25	0,2	0,2
109	k_Table_3_3_EN6_1_1_e4_3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,25	0,25	0,2	0,2
110	r_Eq_3_6_EN6_1_1_tg	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
111	r_Eq_3_6_EN6_1_1_def	1	1	1	1	1	1	1	1	1
112	f_vlt_EN6_1_1_tg	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,0306	0,0306	0,045	0,045
113	f_vlt_EN6_1_1_def	0,065	0,065	0,065	0,065	0,065	0,0306	0,0306	0,065	0,065
<u>1</u> 14	f_vk0_EN6_1_1_Table_3_4_e1_ 1	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,35	0,3	0,3
445	f_vk0_EN6_1_1_Table_3_4_e2_	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.05	0.0	0.0
115	1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,35	0,2	0,2

116	f_vk0_EN6_1_1_Table_3_4_e1_ 2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,35	0,3	0,3
117	f_vk0_EN6_1_1_Table_3_4_e1_ 3	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,35	0,15	0,15
118	f_xk1_EN6_1_1_e1_2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,24	0,24	0,24	0,1	0,1
119	f_xk1_EN6_1_1_e1_3	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
120	f_xk1_EN6_1_1_e1_4	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
121	f_xk2_EN6_1_1_e1_2	0,4	0,4	0,4	0,4	0,48	0,48	0,48	0,4	0,4
122	f_xk2_EN6_1_1_e1_3	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
123	f_xk2_EN6_1_1_e1_4	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
124	gamma_I_EN8_1_Sec_4_2_5_I_ zone0	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1,4	1,4	0,8	0,8
125	gamma_I_EN8_1_Sec_4_2_5_I_ zone1	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1,4	1,4	0,8	0,8
126	gamma_I_EN8_1_Sec_4_2_5_I_ zone2	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1,4	1,4	0,8	0,8
127	gamma_I_EN8_1_Sec_4_2_5_I_ zone3	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1,4	1,4	0,8	0,8
128	gamma_I_EN8_1_Sec_4_2_5_I_ zone4	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1,4	1,4	0,8	0,8
129	gamma_I_EN8_1_Sec_4_2_5_II_ zone0	1	1	1	1	1	1,2	1,2	1	1
130	gamma_I_EN8_1_Sec_4_2_5_II_ zone1	1	1	1	1	1	1,2	1,2	1	1
131	gamma_I_EN8_1_Sec_4_2_5_II_ zone2	1	1	1	1	1	1,2	1,2	1	1
132	gamma_I_EN8_1_Sec_4_2_5_II_ zone3	1	1	1	1	1	1,2	1,2	1	1
133	gamma_I_EN8_1_Sec_4_2_5_II_ zone4	1	1	1	1	1	1,2	1,2	1	1
134	gamma_I_EN8_1_Sec_4_2_5_III _zone0	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1	1	1,2	1,2
135	gamma_I_EN8_1_Sec_4_2_5_III _zone1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1	1	1,2	1,2
136	gamma_I_EN8_1_Sec_4_2_5_III _zone2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1	1	1,2	1,2
137	gamma_I_EN8_1_Sec_4_2_5_III _zone3	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1	1	1,2	1,2
138	gamma_I_EN8_1_Sec_4_2_5_III _zone4	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1	1	1,2	1,2
139	gamma_I_EN8_1_Sec_4_2_5_IV _zone0	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	0,8	0,8	1,4	1,4
140	gamma_I_EN8_1_Sec_4_2_5_IV _zone1	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	0,8	0,8	1,4	1,4
141	gamma_I_EN8_1_Sec_4_2_5_IV _zone2	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	0,8	0,8	1,4	1,4
142	gamma_I_EN8_1_Sec_4_2_5_IV _zone3	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	0,8	0,8	1,4	1,4
143	gamma_I_EN8_1_Sec_4_2_5_IV _zone4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	0,8	0,8	1,4	1,4
144	crackedWallCoeff_EN8_Sec_4_3	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

	_1														
145	phi fvk	0,4	Ļ	0,4		0,4		0,4	0,4	0,4	0,4		0,4		0,4
110										0.400	0.400				
146)	0		0		0	0	0,126	0,126	ш	0		0
148															
149	sum_of_seismic_zone	31		1		1		1	1	1	1		1		1
150	sum_of_spectrum_type_soil1	2	2	3		3		3	3	3	1		3		1
151	sum_of_spectrum_type_soil2	2	2	3		3		3	1	1	1		3		1
152	sum_of_spectrum_type_soil3	2	2	3		3		3	1	1	1		3		1
153	sum_of_spectrum_type_soil4	2	2	3		3		3	0	0	0		3		1
154	sum_of_spectrum_type_soil5	2	2	3		3		3	0	0	0		3		1
155	sum_of_soil_type	Ę	5	5		5		5	3	3	3		5		5
156	soil_type_1	A	A		А		A		Z1-Tc 0,7	Z1-Tc 0,7	Z1-Tc 0,7	А		A	
157	soil_type_2	В	В		В		В		Z2-Tc 1,0	Z2-Tc 1,0	Z2-Tc 1,0	В		В	
158	soil_type_3	с	С		с		С		Z3-Tc 1,6	Z3-Tc 1,6	Z3-Tc 1,6	с		С	
159	soil_type_4	D	D		D		D		-	-	-	D		D	
160	soil_type_5	E	Е		Е		Е		-	-	-	Е		Е	
161	dynamic_amplification_beta0_spe ctrum1	2,5	5	2,5		2,5		2,5	2,75	2,75	2,5		2,5		2,5
162	dynamic_amplification_beta0_spe ctrum2	2,5	5	2,5		2,5		2,5	3	3	2,5		2,5		2,5
163	table_3_2_EN8_1_e1_1			1		1		1	1	1	1		1		1
164	table_3_2_EN8_1_e2_1	1,2	2	1,2		1,2		1,2	1,2	1,2	1,2		1,1		1,2
165	table 3 2 EN8 1 e3 1	1,15	5	1,15	1	1,15		1,15	1,15	1,15	1,15	1	1,25		1,15
166	table_3_2_EN8_1_e4_1	1,35	5	1,35	1	1,35		1,35	1,35	1,35	1,35		1,5		1,35
167	table_3_2_EN8_1_e5_1	1,4		1,4		1,4		1,4	1,4	1,4	1,4	1	1,32		1,7
168	table_3_2_EN8_1_e1_2	0,15	5	0,15	0),15		0,15	0,07	0,07	0,14		0,1		0,1
169	table_3_2_EN8_1_e2_2	0,15	5	0,15	0),15		0,15	0,1	0,1	0,2	C),11		0,15
170	table_3_2_EN8_1_e3_2	0,2	2	0,2		0,2		0,2	0,16	0,16	0,32	0,	125		0,2
171	table 3 2 EN8 1 e4 2	0,2	2	0,2		0,2		0,2	0,2	0,2	0,2	0,	125		0,2
172	table_3_2_EN8_1_e5_2	0,15	5	0,15	0),15		0,15	0,15	0,15	0,15	C),11		0,1
173	table_3_2_EN8_1_e1_3	0,4	L	0,4		0,4		0,4	0,7	0,7	0,7	c),33		0,4
174	table_3_2_EN8_1_e2_3	0,5	5	0,5		0,5		0,5	1	1	1	c),64		0,5
175	table_3_2_EN8_1_e3_3	0,6	6	0,6		0,6		0,6	1,6	1,6	1,6		1		0,6
176	table_3_2_EN8_1_e4_3	0,8	3	0,8		0,8		0,8	0,8	0,8	0,8	1	1,25		0,8

177	table_3_2_EN8_1_e5_3	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,64	0,4
178	table_3_2_EN8_1_e1_4	2	2	2	2	3	3	3	1,25	2
179	table_3_2_EN8_1_e2_4	2	2	2	2	3	3	3	2	2
180	table_3_2_EN8_1_e3_4	2	2	2	2	2	2	2	3	2
181	table_3_2_EN8_1_e4_4	2	2	2	2	2	2	2	4	2
182	table_3_2_EN8_1_e5_4	2	2	2	2	2	2	2	2	2
183	table_3_3_EN8_1_e1_1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
184	table_3_3_EN8_1_e2_1	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1	1,35	1,35
185	table_3_3_EN8_1_e3_1	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1	1,5	1,5
186	table_3_3_EN8_1_e4_1	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1	1,8	1,8
187	table_3_3_EN8_1_e5_1	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1	1,6	1,6
188	table_3_3_EN8_1_e1_2	0,05	0,05	0,05	0,05	0,07	0,07	0,07	0,05	0,05
189	table_3_3_EN8_1_e2_2	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
190	table_3_3_EN8_1_e3_2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
191	table_3_3_EN8_1_e4_2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
192	table_3_3_EN8_1_e5_2	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
193	table_3_3_EN8_1_e1_3	0,25	0,25	0,25	0,25	0,7	0,7	0,7	0,25	0,25
194	table_3_3_EN8_1_e2_3	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
195	table_3_3_EN8_1_e3_3	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
196	table_3_3_EN8_1_e4_3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
197	table_3_3_EN8_1_e5_3	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
198	table_3_3_EN8_1_e1_4	1,2	1,2	1,2	1,2	3	3	3	1,2	1,2
199	table 3 3 EN8 1 e2 4	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
200	table_3_3_EN8_1_e3_4	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
201	table_3_3_EN8_1_e4_4	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
202	table_3_3_EN8_1_e5_4	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
203										
204	eccentricity_of_load	5	5	5	5	5	5	5	5	5
205	lambda_EN8_1_Sec4_3_3_2_2_ a	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
206	lambda_EN8_1_Sec4_3_3_2_2_ b	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Posuzování zděných staveb na seizmicitu metodou postupného přitěžování

207	pd_EN8_1_Sec4_3_3_4_2_3	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
208	pf_EN8_1_Sec4_3_3_4_2_3	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,85	0,8	0,8
209										
210	ground_Acceleration	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
211	damping_EN8_1_Sec3_2_2_2_1	5	5	5	5	5	8	8	5	5
212	gamma_D_EN8_1_Sec2_1_4	0,584	0,584	0,584	0,584	0,584	0,584	0,584	0,584	0,584
213	dlsReductionFactor_I	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
214	dlsReductionFactor_II	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
215	dlsReductionFactor_III	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
216	dlsReductionFactor IV	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
217										
	handDriftOM NCP EN8 1 Sec									
218	C4_2_1	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008
219	shearDriftOM_NCR_EN8_1_Sec _C4_3_1	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004
220	damageDriftOM_DLR_EN8_1_Se c	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0.005	0,005
			,					,		,
221	bendDriftRM_NCR_EN8_1_Sec_ C4_2_1	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008
222	shearDriftRM_NCR_EN8_1_Sec_ C4_3_1	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004
223	damageDriftRM_DLR_EN8_1_Se	0 005	0 005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0 005
		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
224	bendDriftCM_NCR_EN8_1_Sec_ C4_2_1	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008
225	shearDriftCM_NCR_EN8_1_Sec_ C4_3_1	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004
226	damageDriftCM_DLR_EN8_1_Se	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
	-	0,000	5,000	3,000	5,000	0,000	0,000	0,000	3,000	3,000
227	bendDriftRC_NCR_EN8_1_Sec_ C4_2_1	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011
228	shearDriftRC_NCR_EN8_1_Sec_ C4_3_1	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011
229	damageDriftRC_DLR_EN8_1_Se c	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.004	0.004	0.005	0.005
230			-,	-,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,	-,				-,	-,
231	ceilingLoadDeadLoad	0	0	0	0	0	0	0	0	0
232	ceilingLoadPermanentLoad	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2

233	ceilingLoadPermanentGammaG	1	1	1	1	1	1	1	1	1
234	ceilingLoadPermanentCoefStatic	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35
235										
236	ceilingLoadLifeLoad	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
237	ceiling, and ifel and POPhi	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	1	0.8	0.8
237		0,0	0,8	0,8	0,0	0,0	0,0	1	0,0	0,0
238	ceilingLoadLifeLoadPOKsi2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
239	ceiling oad ifel oadGammaQ	15	15	15	15	15	15	15	15	15
240		.,0	.,	.,	.,0	.,0	.,0	.,0	.,.	.,
241	ceiling oadSnowl oad	0	0	0	0	0	0	0	0	0
271	ComingEoddonowEodd	Ŭ								
242	ceilingLoadSnowLoadPOPhi	1	1	1	1	1	1	1	1	1
243	ceiling oadSnowl oadPOKsi2	0.2	02	02	0.2	02	02	0.4	02	0
		-,_	-,_	-,_			-,	-,.	-,_	
044		4 5	4 5	4.5	4.5	4 5	4 5	4 5	4 5	4 5
244	CellingLoadShowLoadGammaQ	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
245	ceilingLoadSnowLoadKsi0	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,5
246										
247	reinforcementDefaultFyk	500	500	500	500	355	355	355	500	500
248	reinforcementDefaultDiameter	10	10	10	10	10	10	10	10	10
249	reinforcementDefaultModulE	210000	210000	210000	210000	210000	210000	210000	210000	210000
050		7000				7000	1000	7000	1000	
250	reinforcementDefaultWeight	7800	7800	7800	7800	7800	7800	7800	7800	7800
251	reinforcementDefaultFykFym	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,98
252										
253	rho_n	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
254	rho_t	1	1	1	1	1	1	1	1	1
255										
256	def_fb_horizontal_Group2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
257	def_fb_horizontal_Group3	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4
258	k Mult Hor Strength	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	05	0.5
200		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
259	alfa_Table_3_3_EN6_1_1_e1_1	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
260	alfa Table 3 3 EN6 1 1 e2 1	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
			<i>c</i> ,.	<i>c</i> ,.	<u>,</u> ,				0,.	<i>c</i> ,.
261	alfa_Table_3_3_EN6_1_1_e3_1	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
262	alfa_Table_3_3_EN6_1_1 e4 1	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7

-										
263	alfa_Table_3_3_EN6_1_1_e1_2	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,7	0,7	0,85	0,85
264	alfa_Table_3_3_EN6_1_1_e2_2	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
265	alfa_Table_3_3_EN6_1_1_e3_2	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
266	alfa_Table_3_3_EN6_1_1_e4_2	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
267	alfa Table 3 3 EN6 1 1 e1 3	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
268	alfa Table 3 3 EN6 1 1 e2 3	0,7	0.7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
269	alfa Table 3 3 EN6 1 1 e3 3	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
270	alfa Table 3 3 EN6 1 1 e4 3	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
271	beta Table 3 3 EN6 1 1 e1 1	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
277	beta Table 3 3 EN6 1 1 e2 1	0,0	0.3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0.3
212		0,3	0,3	0,5	0,3	0,5	0,5	0,5	0,3	0,3
273	beta_Table_3_3_EN6_1_1_e3_1	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
274	beta_Table_3_3_EN6_1_1_e4_1	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
275	beta_Table_3_3_EN6_1_1_e1_2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
276	beta_Table_3_3_EN6_1_1_e2_2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
277	beta_Table_3_3_EN6_1_1_e3_2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
278	beta_Table_3_3_EN6_1_1_e4_2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
279	beta_Table_3_3_EN6_1_1_e1_3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
280	beta_Table_3_3_EN6_1_1_e2_3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
281	beta_Table_3_3_EN6_1_1_e3_3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
282	beta_Table_3_3_EN6_1_1_e4_3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
283										
284	eta_masonryreinf	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,75	0,8	0,8
285	eta_masonryplain	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,75	0,8	0,8
286	eta_reinforcedconcrete	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,85	0,8	0,8
287	lambda_c	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	-1	0,2	0,2