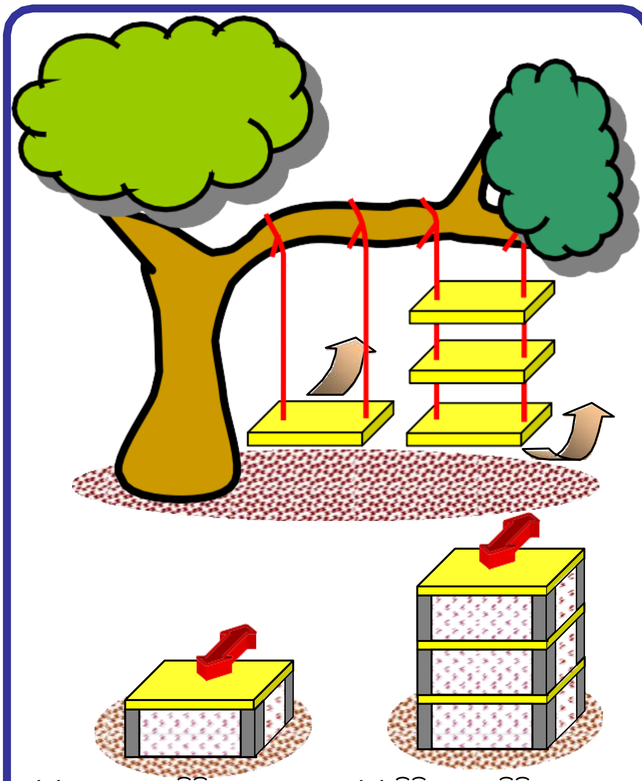
ଭୂକମ୍ପ ସମ୍ବନ୍ଧିତ ସମ୍ୟକ ସୂଚନା-7

ଭୂମିକମ୍ପ ସମୟରେ ଭବନ ଗୁଡିକ କିପରି ମୋଡ଼ି ହୁଅନ୍ତି?

ଭବନ କାହିଁକି ମୋଡ଼ି ହୁଏ(twists)

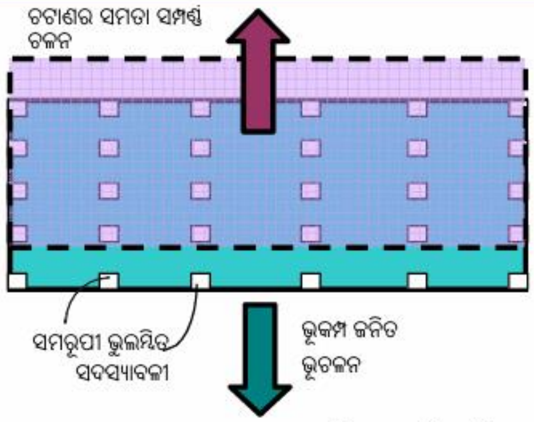
ପିଲାଦିନେ ଆପଣମାନେ ନିଶ୍ଚୟ ଦଉଡ଼ିର ଦୋଳି ଉପରେ ବସିଥିବେ – ଯେଉଁଥିରେ ଏକ କାଠ ନିର୍ମିତ ପଲା (cradle) ରଶି ଦଉଡି ଦ୍ୱାରା କୌଣସି ଏକ ପୁରୁଣା ଗଛର ମଜବୁତ ଶାଖାରେ ବନ୍ଧା ଯାଇଥାଏ । ଏହି ଦୋଳିଗୁଡ଼ିକର ଅପେକ୍ଷାକୃତ ଆଧୁନିକ ରୂପ ଆଜିକାଲି ସହରାଞ୍ଚଳରେ ଥିବା ଶିଶୁ ମାନଙ୍କ ପାଇଁ ଉଦ୍ଦିଷ୍ଟ ପ୍ରମୋଦ ଉଦ୍ୟାନ ଗୁଡିକରେ ଦେଖିବାକୁ ମିଳିବ, ଯେଉଁଥିରେ ଏକ ପ୍ଲାଷ୍ଟିକ ନିର୍ମିତ ପଲା ଇସ୍ପାତ ନିର୍ମିତ ପ୍ରାଧାର ସହିତ ଇସ୍ପାତ ଜଞ୍ଜିର ଦ୍ୱାରା ବନ୍ଧା ଯାଇଥାଏ । ଦୁଇଟି ସମାନ ଦଉଡି ଦ୍ୱାରା ଏକାଭଳି ବନ୍ଧା ଯାଇଥିବା ଗୋଟିଏ ଦଉଡି ଦୋଳି କଥା ବିଚାର କରାଯାଉ । ଆପଣ ଯେତେବେଳେ ଦୋଳିର ମଝିରେ ବସନ୍ତି, ଏହା ସମାନ ଭାବରେ ଝୁଲିଥାଏ । ଭବନ ଗୁଡିକ ମଧ୍ୟ ଏହି ଦଉଡିର ଦୋଳିପରି, କିନ୍ତୁ ସେଗୁଡିକ ଠିକ ଓଲଟା (inverted) ଦୋଳିପରି ହୋଇଥାନ୍ତି (ଚିତ୍ର 1)। ଏଠାରେ ଭୂଲମ୍ବିତ କାନ୍ଥ ଏବଂ ସ୍ତମ୍ଭ ଗୁଡିକ ଦଉଡି ପରି ଏବଂ ଚଟାଣ ଗୁଡିକ ପଲା ସଦୃଶ ଅଟନ୍ତି । ଭୂମିକମ୍ପ ସମୟରେ ଭବନ ଗୁଡିକ ଆଗ ପଛ ହୋଇ କମ୍ପିତ ହୋଇଥାନ୍ତି । ଏକାଧିକ ମହଲା ବିଶିଷ୍ଟ ଭବନ ଗୁଡିକ ଏକାଧିକ ପଲା ଥିବା ଦଉଡିର ଦୋଳିପରି ଅଟନ୍ତି ।



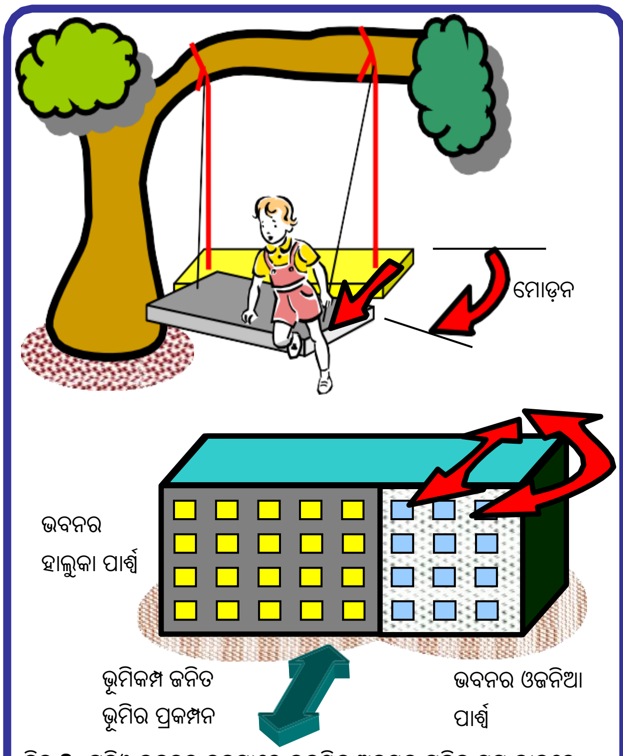
(କ) ଏକ ମହଲା ବିଶିଷ୍ଟ ଭବନ (ଖ) ତିନି ମହଲା ବିଶିଷ୍ଟ ଭବନ

ଚିତ୍ର 1: ଦଉଡି ଦୋଳି ଓ ଭବନ, ଭୂସମାନ୍ତରାଳ ଭାବେ ପ୍ରକମ୍ପିତ ହେଲେ ଉଭୟ ଆଗ ପଛ ହୋଇ ଦୋଳାୟମାନ ହୁଅନ୍ତି । ପୂର୍ବୋକ୍ତଟି ଉପରୁ ଝୁଲୁଥିବା ବେଳେ ପରୋକ୍ତଟି ଭୂମିରୁ ଉପରକୁ ଉଠିଥାଏ ।

ଅତଏବ, ଯଦି ଆପଣ ଆକାଶରୁ ଦେଖନ୍ତି, ଏକା ଭଳି ଭୂଲମ୍ବିତ ଅବୟବାବଳି ଥିବା ଏବଂ ସେଗୁଡିକ (ସେହି ଅବୟବ ଗୁଡିକ) ଦୁଇ ଭୂସମାନ୍ତରାଳ ଦିଗରେ ସମ ଭାବରେ ସ୍ଥାନିତ ହୋଇଥିବା କୌଣସି ଏକ ଭବନ ଯେତେବେଳେ ତାହାର



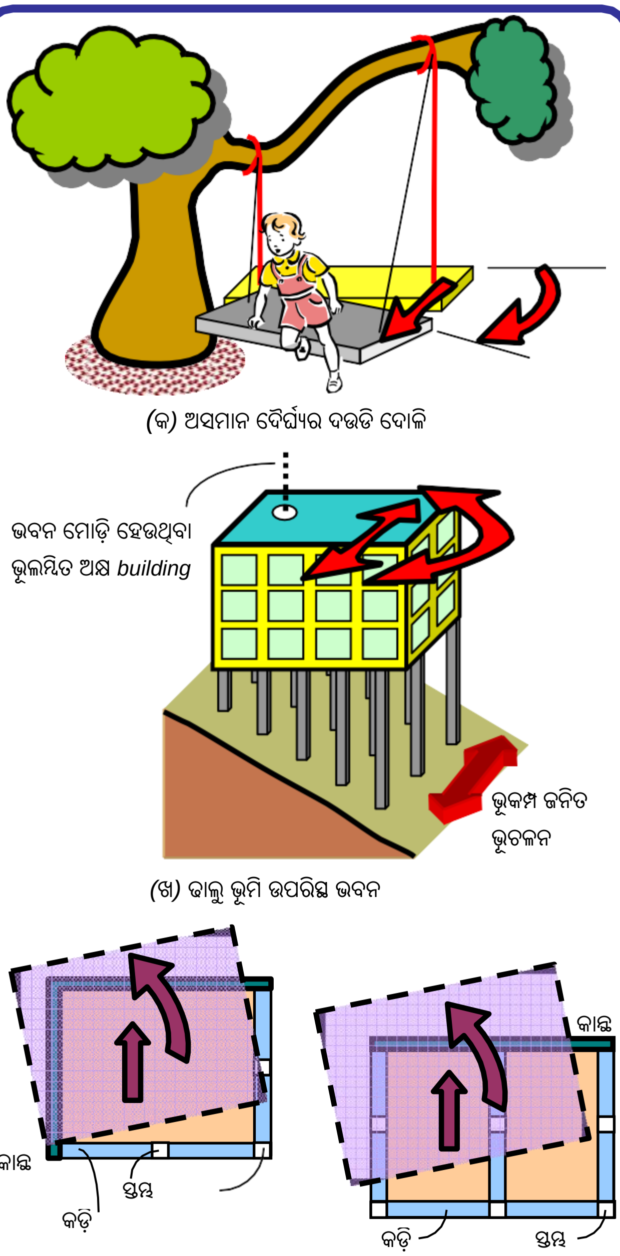
ଚିତ୍ର **2:** ଭବନର ନକସାରେ ସମରୂପ ଭାବରେ ସ୍ଥାନିତ ଏକାଭଳି ଭୂଲମ୍ବିତ ଅବୟବାବଳୀ ଚଟାଣସ୍ଥ ସମସ୍ତ ବିନ୍ଦୁର ସମପରିମାଣର ଚଳନ ଉତ୍ପନ୍ନ କରନ୍ତି



ଚିତ୍ର **3:** ଯଦିଓ ଭବନର ନକସାରେ ଭୂଲମ୍ବିତ ଅବୟବ ଗୁଡିକ ସମ ଭାବରେ ସ୍ଥାନିତ ହୋଇଥାନ୍ତି, ତଥାପି ଏକ ପାର୍ଶ୍ୱରେ ଅଧିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଚଟାଣର ମୋଡ଼ନର କାରଣ ହୋଇପାରେ ।

ଆଧାର ଠାରେ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଦିଗରେ ପ୍ରକମ୍ପିତ ହୁଏ, ଏହା ଏପରି ଭାବରେ ଆଗ ପଛ ହୋଇ ଦୋଳୟମାନ ହୁଏ ଯେ, ଚଟାଣ ଉପରିସ୍ଥ ସମସ୍ତ ବିନ୍ଦୁ ଭୂସମାନ୍ତର ଭାବେ ସମପରିମାଣରେ ପ୍ରକମ୍ପିତ ହେଉଥିବା ଦିଗରେ ପରିଚଳିତ ହୋଇଥାନ୍ତି (ଚିତ୍ର 2) । ପୁଣି, ଚାଲନ୍ତୁ ଆମ୍ଭେମାନେ ଗଛରୁ ଝୁଲୁଥିବା ଦଉଡି ଦୋଳି ପାଖକୁ ଫେରିଯିବା: ଆପଣ ଯଦି ପଲାର ଗୋଟିଏ ପ୍ରାନ୍ତରେ ବସନ୍ତି, ଏହା ବ୍ୟାବର୍ତ୍ତିତ (twists) ହୋଇଥାଏ (ଯଥା, ଆପଣ ବସିଥିବା ପାର୍ଶ୍ୱପରକୁ ଅଧିକ ବୁଲିଯାଇଥାଏ) । ସମୟ ସମୟରେ ଯେତେବେଳେ ଆପଣଙ୍କ ସାଙ୍ଗମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରୁ ଅଧିକାଂଶ ମିଳିତ ଭାବରେ ଦୋଳିର ଗୋଟିଏ ପାର୍ଶ୍ୱରେ ବସିଯାନ୍ତି, ସେତେବେଳେ ମଧ୍ୟ ଏଭଳି ଘଟିଥାଏ । ସେହିପରି, ଯଦି କୌଣସି ଭବନର ଚଟାଣ ଉପରିସ୍ଥ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଗୋଟିଏ ପାର୍ଶ୍ୱକୁ ଅଧିକ ହୋଇଯାଏ (ଦୃଷ୍ଟାନ୍ତ ସ୍ୱରୂପ, ଭବନର ଏକ ପାର୍ଶ୍ୱରେ ଭଣ୍ଡାର/ଗୋଦାମ ଅଥବା ଗ୍ରନ୍ଥାଳୟ ଥାଇପାରେ), ତେବେ ଭବନର ସେହି ପାର୍ଶ୍ୱ ଭୂଚଳନ ପ୍ରଭାବରେ ଅଧିକ ପରିଚଳିତ ହୋଇଥାଏ (ଚିତ୍ର 3) । ଏହି ଭବନଟି ଏପରି ପରିଚଳିତ ହୋଇଥାଏ ଯେପରି ଏହାର ଚଟାଣ ଗୁଡିକ ଭୂସମାନ୍ତରାଳ ଭାବେ ବିସ୍ଥାପିତ ହେବା ସହ ଘୂର୍ଣ୍ଣିତ ହୋଇଥାନ୍ତି ।

ପୁଣି ଥରେ, ଆମ୍ଭେମାନେ ଗଛରେ ଲାଗିଥିବା ଦଉଡି ଦୋଳି ବିଷୟରେ ବିଚାର କରିବା । ଏଥରକ ମନେ କରାଯାଉ ଯେଉଁ ଦୁଇଟି ଦଉଡି ଦ୍ୱାରା ପଲାକୁ ଗଛ ଦଳରେ ବନ୍ଧା ଯାଇଛି, ସେଗୁଡ଼ିକ ଅଲଗା ଅଲଗା ଦୈର୍ଘ୍ୟ ବିଶିଷ୍ଟ ଅଟନ୍ତି । ଏପରିକି ଆପଣ ଏହାର ମଝିରେ ବସିଲେ ମଧ ଦୋଳିଟି ମୋଡ଼ି ହୋଇଥାଏ (ଚିତ୍ର 4କ)। ସାଦୃଶ୍ୟ ଭାବରେ, ଅସମାନ ସଂରଚନାତ୍ମକ ସଦସ୍ୟ (ଯଥା ଢାଞ୍ଚା ଏବଂ /ଅଥବା କାନ୍ଥ) ଥିବା ଭବନ ଗୁଡିକରେ ଭୂସମାନ୍ତରାଳ ଭାବେ ବିସ୍ଥାପିତ ହେବା ସହ ଏକ ଭୂଲମ୍ବିତ ଅକ୍ଷ (vertical axis) ଚାରିପଟେ ମଧ ମୋଡ଼ି ହୋଇଥାନ୍ତି (ଚିତ୍ର 4ଖ)। ସେହିପରି, ଯେଉଁ ଭବନ ଗୁଡିକରେ କେବଳ ଦୁଇ ପାର୍ଶ୍ୱରେ (କିମ୍ବା ଏକ ପାର୍ଶ୍ୱରେ) କାନ୍ଥ ଗୁଡିକ ଥାଏ ଏବଂ ଅପର ପାର୍ଶ୍ୱରେ ନମନୀୟ ଢାଞ୍ଚାମାନ (flexible frames) ରହିଥାଏ, ସେପରି କ୍ଷେତ୍ରରେ ଯେତେବେଳେ ଭୂପୃଷ୍ଠ ସ୍ତରରେ ପ୍ରକମ୍ପନ ହୁଏ, ସେଗୁଡିକ ମୋଡ଼ି ହୋଇଥାନ୍ତି (ଚିତ୍ର 4 ଗ) ।



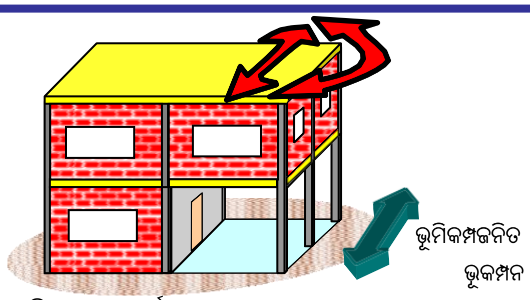
(କ) ଅସମାନ ଦୈର୍ଘ୍ୟର ଦଉଡି ଦୋଳି

(ଖ) ଢାଲୁ ଭୂମି ଉପରିସ୍ଥ ଭବନ

(ଗ) (ନକସାରେ) ଦୁଇ/ଏକ ପାର୍ଶ୍ୱରେ କାନ୍ଥଥିବା ଭବନ

ଚିତ୍ର **4:** ଅସମାନ ଭୂଲମ୍ବିତ ସଦସ୍ୟାବଳୀ ଯୁକ୍ତ ଭବନ; ସେଗୁଡିକ ଏକ ଭୂଲମ୍ବିତ ଅକ୍ଷ ଚାରିପଟେ ଭବନର ବ୍ୟାବର୍ତ୍ତନର କାରଣ ହୋଇଥାନ୍ତି ।

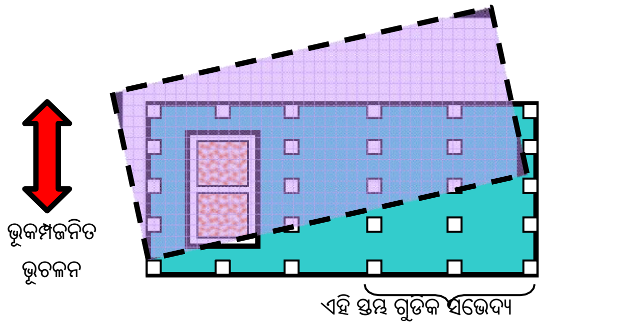
ଯେଉଁ ଭବନ ଗୁଡିକର ନକ୍ସାରେ ଅନିୟମିତ ଆକୃତି (irregular shapes) ଥାଏ ସେଗୁଡିକରେ ଭୂକମ୍ପଜନିତ ପ୍ରକମ୍ପନ ପ୍ରଭାବରେ ମୋଡ଼ି ହେବାର ପ୍ରବୃତ୍ତି ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଥାଏ । ଉଦାହରଣ ସ୍ୱରୂପ, କୌଣସି ଏକ ପ୍ରଲମ୍ବିତ ପ୍ରକ୍ଷେପିତ (propped overhang) ଭବନରେ (ଚିତ୍ର 5) ପ୍ରକ୍ଷେପିତ ଅଂଶଟି ଏହାର ନିମ୍ନସ୍ଥ ଅପେକ୍ଷାକୃତ କୃଶକାୟ ସ୍ତମ୍ଭ ଗୁଡିକ ଉପରେ ଦୋଳାୟମାନ ହୋଇଥାନ୍ତି। ଏପରି ସ୍ଥିତିରେ ଚଟାଣ ଗୁଡିକ ମୋଡ଼ି ହେବା ସହ ଭୂସମାନ୍ତରାଳ ଭାବେ ବିସ୍ଥାପିତ ହୋଇଥାନ୍ତି ।



ଚିତ୍ର 5: ଏକ ପାର୍ଶ୍ୱ ଉନ୍ମୁକ୍ତ ଭୂ ସଂଲଗ୍ନ ମହଲା ଯୁକ୍ତ ଭବନ
ଭୂକମ୍ପିୟ ପ୍ରକମ୍ପନ ସମୟରେ ବ୍ୟାବର୍ତ୍ତିତ ହୁଏ

ଭବନର ସଦସ୍ୟ ଗୁଡିକରେ ମୋଡ଼ନ କଣ କରିଥାଏ

ଭବନ ଗୁଡିକରେ ମୋଡ଼ନ(twist), ଯାହା ଯନ୍ତ୍ରୀ ମାନଙ୍କ ଦ୍ୱାରା ଘୂର୍ଣ୍ଣନ (torsion) ଭାବେ କଥିତ, ସମାନ ଚଟାଣ ସ୍ତରରେ ଥିବା ବିଭିନ୍ନ ଅଂଶକୁ ଭୂସମାନ୍ତରାଳ ଭାବେ ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ପରିମାଣରେ ସଞ୍ଚାଳିତ କରିଥାଏ । ଏହା ଅଧିକ ସଞ୍ଚାଳିତ ହେଉଥିବା ପାର୍ଶ୍ୱରେ ଥିବା ଢାଞ୍ଚା ଓ କାନ୍ଥ ଗୁଡିକରେ ଅଧିକ କ୍ଷୟକ୍ଷତି ଉଦ୍ରେକ(induce) କରିଥାଏ (ଚିତ୍ର 6) । ବିଗତ ଭୂମିକମ୍ପ ଗୁଡିକ ସମୟରେ, ଏହି ପ୍ରକାର ଅତ୍ୟଧିକ ଘୂର୍ଣ୍ଣନାତ୍ମକ ଆଚରଣ ଦ୍ୱାରା ଅନେକ ଗୁଡିଏ ଭବନ ଭୀଷଣ ଭାବରେ ପ୍ରଭାବିତ ହୋଇଥିଲେ । ନକସାରେ ଭବନ ଗୁଡିକର ସମମିତିତା (symmetry) ସୁନିଶ୍ଚିତ କରିବା ଦ୍ୱାରା (ଯଥା ସମଭାବରେ ବିତରିତ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଏବଂ ସମଭାବରେ ସ୍ଥାନିତ ପାର୍ଶ୍ୱିକ ଭାର ପ୍ରତିରୋଧୀ ପ୍ରଣାଳୀ) ଏହି ମୋଡ଼ନକୁ ନ୍ୟୁନତମ କରାଯାଇ ପାରେ (ସଂପୂର୍ଣ୍ଣ ରୂପେ ବର୍ଜ୍ଜନ କରାଯାଇ ନପାରିଲେ)। ଯଦି ଏହି ମୋଡ଼ନକୁ ଦୂରୀଭୂତ କରାଯାଇ ନପାରେ, ତାହାହେଲେ ଏଥିଯୋଗୁଁ ଉତ୍ପନ୍ନ ହେଉଥିବା ଅତିରିକ୍ତ କର୍ତ୍ତନାତ୍ମକ ବଳ ଗୁଡିକୁ ଭବନର ଅଭିକଳ୍ପନା ସମୟରେ ହିସାବକୁ ନେଇ ସ୍ୱତନ୍ତ୍ର ଗଣନାର (special calculations) ଆବଶ୍ୟକ ହୋଇଥାଏ । ଭାରତୀୟ ଭୂକମ୍ପ ନିୟମ ସଂହିତାରେ (ଆଇ ଏସ 1893, 2002)



ଚିତ୍ର **6:** ଭବନଗୁଡିକର ଭୂସମାନ୍ତରଭାବେ ଅଧିକ ଚଳମାନ ସଦସ୍ୟମାନେ ଅଧିକ କ୍ଷତିଗ୍ରସ୍ତ ହୋଇଥାନ୍ତି

ଏହି ପ୍ରକାର ଗଣନାର ବ୍ୟବସ୍ଥା ରହିଛି । କିନ୍ତୁ, ଶକ୍ତିଶାଳୀ ଭୂମିକମ୍ପ ଜନିତ ପ୍ରକମ୍ପନ ସମୟରେ ମୋଡ଼ଯୁକ୍ତ ଭବନ ଗୁଡିକ ଦୁର୍ବଳ ପ୍ରଦର୍ଶନ କରିବା ସୁନିଶ୍ଚିତ ଅଟେ ।

ପଠନୀୟ ରଚନାବଳୀ

Arnold,C., and Reitherman,R., (1982), Building Configuration and Seismic Design, John Wiley, USA

Lagorio,H,J, (1990), EARTHQUAKES An Architect's Guide to Non- Structural Seismic Hazard, John Wiley & Sons, Inc., USA

ରଚୟିତା: ସି.ଭି.ଆର. ମୂର୍ତ୍ତି, ଭାରତୀୟ ପ୍ରଯୋଗିକି ସଂସ୍ଥାନ କାନପୁର, କାନପୁର, ଭାରତ
ପ୍ରୟୋଜନା: ଗୃହ ନିର୍ମାଣସାମଗ୍ରୀ ଏବଂ ପ୍ରଯୁକ୍ତିବିଦ୍ୟା ସଂବର୍ଦ୍ଧକ ପରିଷଦ, ନୂଆ ଦିଲ୍ଲୀ, ଭାରତ
ଅନୁବାଦକ – ଡା: ମନୋରଞ୍ଜନ ସାମଲ
ସମୀକ୍ଷକ – ଡା: ମାୟାଧର ସ୍ୱାଇଁ

ଏହି ସଙ୍କଳନଟି ଆଇ.ଆଇ.ଟି. କାନପୁର ଏବଂ ବିଏମଟିପିସି, ନୂଆ ଦିଲ୍ଲୀର ସମ୍ପତ୍ତି । ଏହାର ବିଷୟ ବସ୍ତୁରେ କୌଣସି ପରିବର୍ତ୍ତନ ନକରି ଯଥୋଚିତ ଅଭିସ୍ୱୀକୃତି ସହ ପ୍ରତିଲିପିତ କରାଯାଇ ପାରେ । କୌଣସି ପରାମର୍ଶ / ମନ୍ତବ୍ୟ *nicee@iitk.ac.in* କୁ ପ୍ରେରିତ କରାଯାଇ ପାରେ । ପୂର୍ବବର୍ତ୍ତୀ *IITK-BMTPC* ଭୂକମ୍ପ ସମ୍ବନ୍ଧିତ ସମ୍ୟକ ସୂଚନାଗୁଡିକୁ ଦେଖିବା ପାଇଁ www.nicee.org ଅଥବା www.bmtpc.org ରେସନ୍ଧାନ କରନ୍ତୁ ।